Vol. XXII. Nr 1 1953

Acta Societatis Botanicorum Poloniae

Organ Polskiego Towarzystwa Botanicznego
Publication de la Société Botanique de Pologne



WARSZAWA



TREŚĆ — SOMMAIRE:

Vol. XXII. Nr 4

Acta Societatis Botanicorum Poloniae
Vol. XXII. Nr 4. 1953

Obserwacje nad strukturą wrzeciona i nie zanikającymi jąderkami

Observations on spindle structure and persisting nucleoli

A. BAJER

(Wpłynęło dn. 10. VII. 1952 r.)

Obserwacje wrzeciona w metakinezie, metafazie i anafazie na materiale utrwalonym przy użyciu kontrastu fazowego, a także na żywych objektach roślinnych, gdzie jest to możliwe (W a d a 1950, B a j e r i M o l è - B a j e r 1952), zdają się wskazywać, że struktura wrzeciona jest inna w metakinezie, niż w metafazie. Na zmiany we wrzecionie między metakinezą, a późną metafazą może rzucić pewne światło zachowanie się jąderka w przypadkach, gdy nie zanika ono w profazie, ale jest widoczne podczas całego podziału (Y a m a h a i S i n o t o 1925, Z i r k l e 1928, S c h a e d e 1929 a, b, F r e w i B o w e n 1929). U różnych objektów można znaleźć różny % nie zanikających jąderek, co jest także zależne od temperatury, przy czym % takich jąderek w temperaturach wyższych jest mniejszy, niż w niższych (E h r e n b e r g 1946).

Zachowanie się nie zanikających w czasie podziału jąderek nie jest dotychczas zupełnie zrozumiałe i w tej pracy autor był głównie zainteresowany dwoma problemami:

1. strukturą wrzeciona w metakinezie i jej zmianami w metafazie,
2. mechanizmem eliminacji jąderek.

M a t e r i a ł i m e t o d y

Jako materiału z nie zanikającymi jąderkami użyto: *Lupinus luteus, Canna indica, Ricinus communis, Cucumis sativus* i *Zea Mays*. Do porównania zaś: *Agrostemma githago, Plantago lanceolata, Tinantia fugax, Tradescantia virginica, Triticum vulgare* (preparaty użyte w poprzedniej pracy — B a j e r 1951) i *Haemanthus Katharinae*. Utrwalono przy pomocy płynu N a w s h i n a i F l e m m i n g - B e n d a. Barwiono różnymi metodami (fiolet gencjanowy wg. N e w t o n a, hemaktosylina

Heidenheina, reakcja Feulgeina) albo nie barwiono w ogóle i preparaty były obserwowane w różnych ośrodkach (powietrze, alkohol metylowy, woda, ksylen, balsam kanadyjski i inne).

Używano kontrastu fazowego (mikroskop Lumipan Zeiss'a) i mikroskopu polaryzacyjnego.

Obserwacje

Największy % jąderek, które przetrwały do telofazy znaleziono u *Lupinus* (około 70%) i *Canna* (około 45%), u innych zaś objektów tylko kilka % i to nie zanikających zazwyczaj tylko do metafazy. U wszystkich badanych roślin z przetrwającymi jąderkami chromozomy są małe (kilka μ) i nie utrudniają obserwacji jąderek.

Obserwacje były przeprowadzone głównie na *Lupinus* i *Canna;* są one w zgodzie z obserwacjami na innych objektach.

W kontraście fazowym po reakcji Feulgena, albo na preparatach nie barwionych widać, że jąderka nie mają struktury jednorodnej lecz składają się z dwóch substancji, z których jedna tworzy silnie świecące kulki (Ryc. 6, 7). Dzięki temu nawet malutkie cząstki jąderka mogą być bez trudu zauważone i to zarówno, gdy leżą poza grupą chromozomów, jak i gdy są przez nie otoczone. Jąderko ma wygląd typowego koacerwatu (Frey-Wyssling 1948), co wysunął Ehrenberg (1946) na podstawie obserwacji u *Salix.* Taka struktura utrzymuje się podczas całego podziału, z tym, że jąderko zmniejsza się mniej lub więcej.

U *Lupinus* i *Canna* jąderko jest duże, w profazie zajmuje zazwyczaj centralną część jądra i jest otoczone przez chromozomy ze wszystkich stron. O ile jąderko znajduje się na peryferii jądra (rzadki wypadek) może się zdarzyć że przy tworzeniu się wrzeciona dostaje się ono na czepki biegunowe i podczas ich wzrostu jest pchane na bieguny.

Metakineza rozpoczyna się, gdy wrzeciono jest już dobrze wykształcone. W większości wypadków jąderko znajduje się w metakinezie w środku grupy chromosomów i w wyniku tworzenia płytki metafazowej jest często przewężane i ściskane; wtedy jego 2 części wystają po obu stroinach płytki. W wielu jednak wypadkach prawie całe jąderko znajduje się po jednej stronie płytki.

Wrzeciono przed metakinezą i w metakinezie ma kształt cygarowaty. W metafazie wczesnej staje się szersze, bieguny są często bardzo trudne do stwierdzenia i samo wrzeciono nie jest nigdy ostro zakończone. Bieguny i granice wrzeciona w metakinezie odgraniczają się wyraźnie od cytoplazmy, natomiast w metafazie granic takich w ogóle nie widać. Jest jednak prawdopodobne, że całe wrzeciono jest otoczone błoną o charakterze błony na granicy faz, która jest niszczona przy utrwalaniu. Taką błonę widać często in vivo (Wada 1950, Bajer i Mo-



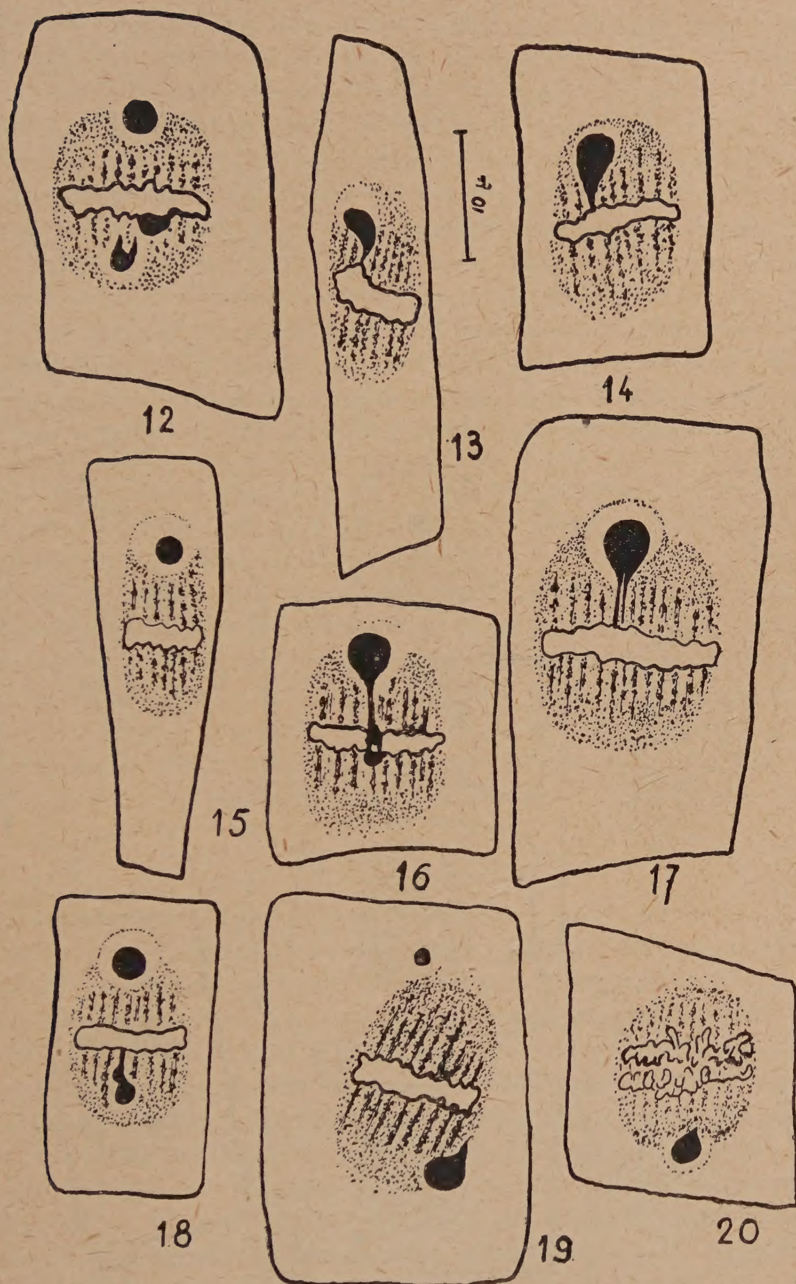
Ryc. 1—11. *Lupinus luteus*, różne stadia eliminacji jąderek; 1 — 5 i 8 — 11 fiolet gencjanowy, 6 — 7 reakcja Feulgena.

Textfigs. 1—11. *Lupinus luteus*, different stages of nucleoli elimination, 1—3, 8—9, 11 dumb-bell shaped nucleoli; 1—5 and 8—11 gentian violett, 6—7 Feulgen reaction

lè-Bajer 1952). Przebieg włókien wrzeciona w metakinezie i w metafazie wczesnej i późnej jest prawdopodobnie inny. Przed metakinezą włókna zdają się być bardzo liczne i cienkie i trudno jest odróżnić poszczególne włókna, natomiast w metafazie poszczególne włókna są dobrze widoczne. Przy użyciu kontrastu fazowego wyglądają one inaczej, niż w zwyczajnym mikroskopie, a mianowicie nie mają one struktury jednorodnej, ale każde włókno składa się jak gdyby z malutkich paciorków lub wrzecionek, w niektórych wypadkach bardzo regularnych. U *Haemanthus* takie „paciorki" są silniej dwójłomne niż reszta wrzecion. W metakinezie włókna są ułożone zbieżnie do bieguna lub równolegle do długiej osi wrzeciona. Nie udało się stwierdzić w metakinezie żadnego związku między przebiegiem włókien, a liczbą lub wielkością chromozomów, podczas gdy w metafazie związek taki istnieje i w wypadku małych i licznych chromozomów wrzeciono jest elipsoidem, małych i nielicznych jest zazwyczaj ostro zakończone, podobnie w wypadku dużych i nielicznych; w tym ostatnim wypadku włókna zbiegają się zazwyczaj na biegunach. Poza tym niektóre obserwacje in vivo (Bajer 1953 nie publ.) zdają się wskazywać, że następuje zmiana w ułożeniu włókien między wczesną a późną metafazą.

Zmiany we wrzecionie od końca metakinezy są zapewne dość szybkie i trudno jest je prześledzić, jednak ich wynik widać w pierwszych stadiach metafazy. W metafazie wyraźnie zwiększa się długość włókien wrzeciona, co nie jest jednak jednoznaczne z długością wrzeciona. Włókna są najlepiej widoczne przy płytce, mają często różną długość i w wielu wypadkach granica dokąd włókna są wykształcone jest dobrze widoczna (Ryc. 9, 11, 13).

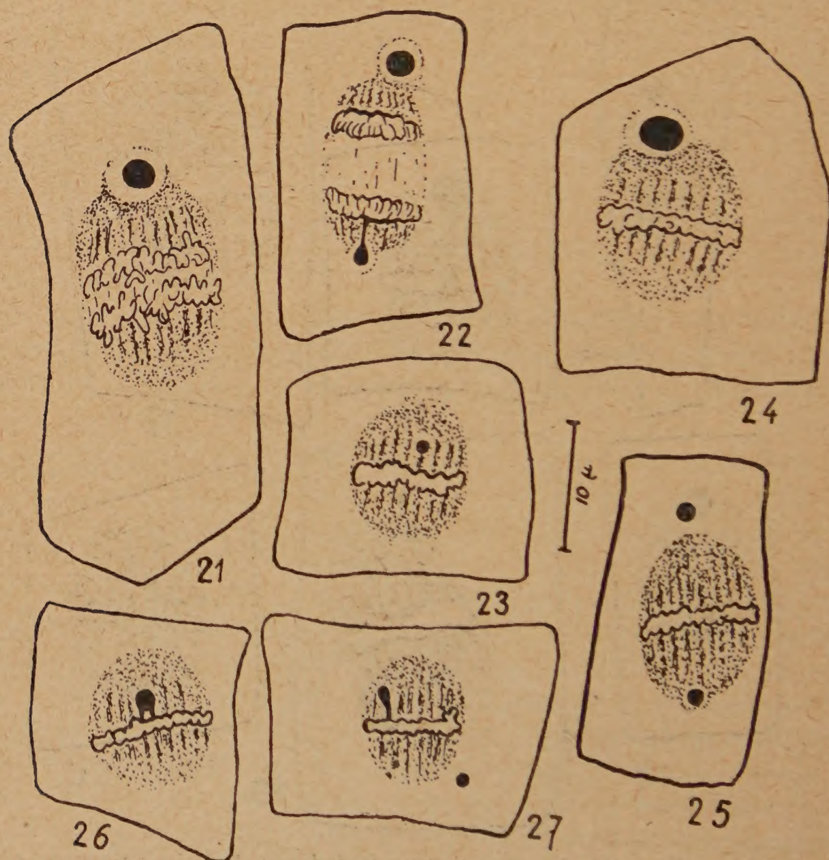
Normalnie nie jest łatwo odróżnić na preparatach trwałych metafazę wczesną od późnej. Umożliwiają to obserwacje nad eliminacją jąderka, gdy nie zanika ono w profazie. Nie zanikające jąderko przy tworzeniu się płytki metafazowej bardzo często ją przewierca (Ryc. 4). Części jąderka po obu stronach płytki mają zazwyczaj różną wielkość i wtedy po jednej stronie płytki znajduje się większa część jąderka wykształcona w formie wyrostka, czy narośli skierowanej do bieguna, zawsze równolegle do długiej osi wrzeciona. W czasie metafazy w większości wypadków jąderka wędrują na jeden lub dwa bieguny. Eliminacja jąderek w metafazie jest całkowita lub prawie całkowita i wtedy są one połączone z płytką (z częścią jąderka po drugiej stroniej płytki) przy pomocy cienkiej nici (Ryc. 13, 14, 16, 17). Niecałkowita eliminacja następuje wtedy, gdy jąderko silnie zazębia się z chromozomami, otacza niejako kilka chromozomów z kilku stron, co widać szczególnie wyraźnie na preparatach z niezabarwionymi jąderkami w kontraście fazowym. Na podstawie położenia i kształtu jąderka można odróżnić wczesną od późnej metafazy.



Ryc. 12—20. Całkowita i niecałkowita eliminacja jąderek. Jąderka połączone z płytką przy pomocy nici wyraźnie widoczne na Ryc. 16 — 17. Długość włókien wrzeciona wyraźnie widoczna. Fiolet gencjanowy.

Textfigs. 12—20. *Lupinus luteus*. Complete and incomplete elimination of nucleoli. Nucleoli in last case connected with plate by thread, distinctly visible. Textfigs. 16-17. Note the length of spindle fibers. Gentian violett.

Wielkość jąderek jest różna w różnych komórkach. We wczesnej metafazie (Ryc. 1, 2, 3) jąderko wystaje poza płytkę i tworzy krótkie narośla, które są po jednej lub dwóch stronach płytki naprzeciw siebie lub nie, zazwyczaj jednak poszczególne części jąderka są ze sobą połączone. O ile jest kilka jąderek w postaci wyrostków, wędrują one często niesynchronicznie na bieguny i jest to zależne od sposobu ich połączenia z płytką metafazową. Po eliminacji jedna część może być już poza biegunami wrzeciona, a druga może jeszcze tkwić w płytce (Ryc. 11, 12, 18, 22). W wypadku małej stosunkowo ilości chromozomów *(Canna, Zea)* jąderko jest często przesuwane na bok wrzeciona, nie zaś do bieguna (Ryc. 27). Takie wypadki są obserwowane czasem i u *Lupinus* (Ryc. 19), ale o wiele rzadziej. Z reguły jednak eliminacja jąderek następuje prawie zawsze prostopadle do płytki. Są tu 3 możliwości: 1. Jąderko jest odrzu-



Ryc. 21—27. Różne stadia eliminacji jąderek. 21, 22, 24, *Lupinus luteus*, 23 *Cucumis sativus*, 25, 26 *Canna indica*, 27 *Zea Mays*. Fiolet gencjanowy.

Textfigs. 21—27. Different stages of nucleoli elimination. 21, 22, 24, *Lupinus luteus*, 23 *Cucumis sativus*, 25 — 26 *Canna indica*, 27 *Zea Mays*. Gentian violett.

cane od płytki i od razu jako kulka rozpoczyna wędrówkę do bieguna; odbywa się to przeważnie w wypadku małych jąderek (wczesne stadia Ryc. 10, 23, późne Ryc. 15, 20, 21, 24, 25). W późnych stadiach jąderko znajduje się na granicy włókien, albo nieco dalej. 2. Jąderko jest na większej płaszczyźnie związane z płytką (otacza częściowo chromozomy). Eliminacja jąderek w tym wypadku wskazuje, że siła powodująca odrywanie się jąderek od płytki metafazowej działa w kierunku od płaszczyzny płytki. We wczesnych stadiach (ryc. 2, 9, 11, 26) widać, że jąderko jest odpychane, tworzą się w nim szczeliny coraz to wyraźniejsze i jąderko przybiera kształt dzwonu. Następnie połączenia z płytką są rozrywane całkowicie lub częściowo i kształt jąderka stopniowo się zmienia (Ryc. 8, 12). Silnie zagięte jąderka, ale połączone jeszcze częściowo z płytką (Ryc. 5, 14), powstają często w ten sposób. 3. Jąderka są duże i są silnie z płytką połączone, ale na małej przestrzeni. Przy eliminacji przybierają one kształt kropli, zaokrąglonej po stronie bieguna do którego są skierowane. Przykłady na Ryc. 5, 9, 16, 19, 22, 27. Połączenie w postaci nitki może pozostać jeszcze w anafazie (Ryc. 22).

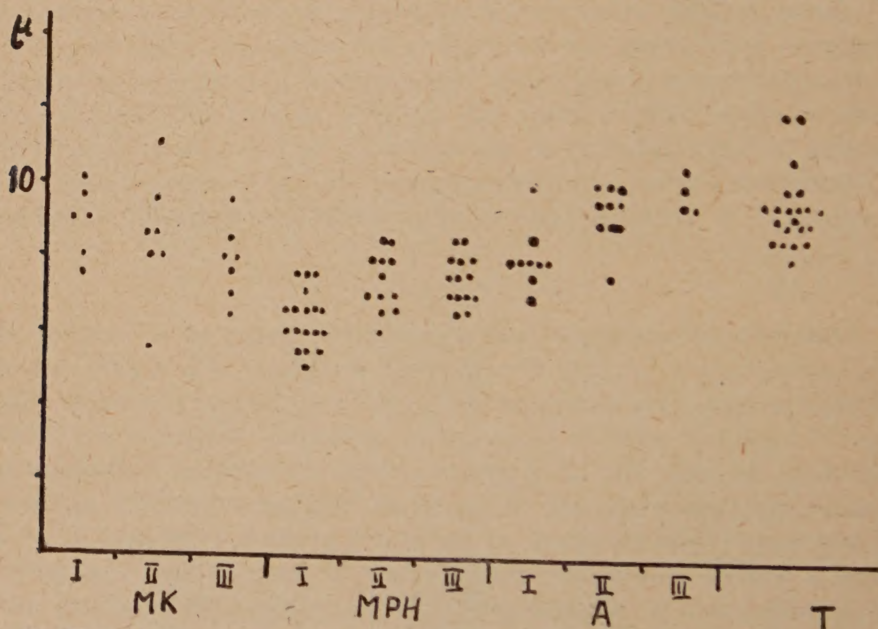
Część jąderka, która zostaje w płytce, jest w anafazie przenoszona do bieguna przez jedną lub dwie grupy chromozomów. O ile jąderko nie jest transportowane przez grupy chromozomów, nie zmienia swojego położenia w czasie całej anafazy. W telofazie jąderko nie jest zazwyczaj włączane do jąder potomnych, ale tworzy się de novo. Jąderka są następnie resorbowane przez cytoplazmę; proces ten jest powolny i często można zauważyć w profazie jąderka eliminowane w poprzednim podziale.

Dyskusja

Obserwacje morfologicznych i fizycznych zmian we wrzecionie zdają się wskazywać, że między metakinezą a metafazą, albo jeszcze prawdopodobniej w metafazie następuje przebudowa struktury wrzeciona. Wrzeciono u *Lupinus,* a podobnie i na innym materiale między późną profazą a metafazą, zmienia kształt z cygarowatego do bardziej elipsoidalnego. W metakinezie na materiale utrwalonym bieguny wrzeciona są zazwyczaj widoczne i włókna liczne, w metafazie granice wrzeciona są niewidoczne, a włókna stosunkowo mniej liczne. U *Lupinus* używając wszystkich udoskonaleń w mikroskopie polaryzacyjnym, podawanych przez Swanna i Mitchisona (1950) nie udało się stwierdzić dwójłomności w metakinezie a bardzo słabą w metafazie, u *Haemanthus* bardzo słabą w metakinezie a stosunkowo silną w metafazie. Swann (1951) stwierdził na żywym materiale, że we wrzecionie między późną profazą a metafazą następuje silne zwiększenie się dwójłomności wrzeciona w czasie nie dłuższym jak 6 min. Pfeiffer (1950) wykazał, że na początku metafazy następuje silne zwiększenie spółczynnika załama-

nia całego aparatu podziałowego. Te fakty zdają się także wskazywać, że albo na początku metafazy, albo na końcu metakinezy, następuje przebudowa submikroskopowej struktury wrzeciona. Wydaje się prawdopodobne, że są to zmiany wewnątrz włókien wrzeciona i prawdopodobnie w sposobie ich ułożenia we wrzecionie i wynikiem tych zmian jest eliminacja jąderek.

Dotychczas eliminacja jąderek była tłumaczona przez prądy wewnątrz wrzeciona (Schaede 1929, a, b, Frew i Bowen 1929, Zirkle 1929). Jednak istnienia prądów we wrzecionie nie udało się dotychczas wykazać, zaś obserwacje nad ruchem Browna we wrzecionie (Bělař 1929, Becker 1938, Bajer 1953) nie wskazują aby w ogóle istniały we wrzecionie jakiekolwiek prądy. Schaede (1929) początkowo nie był zdecydowany, czy eliminacja jąderek jest wynikiem działania prądów, czy też jąderka są „wyciskane" z wrzeciona. Na podstawie taktoidowej hipotezy struktury wrzeciona (Östergren 1949, 1950) jest zrozumiałe, że jąderka będą wydalane z wrzeciona i będą przyjmować kształt kropli. Jednak wydaje się, że kształt wklęsłego dzwonu jest



Ryc. 28. Długość wrzeciona w metakinezie (MK), i odległość między końcami włókien u *Lupinus luteus* wrzeciona w metafazie (MPH), anafazie (A) i telofazie (T). I, II, III, wczesne, średnie i późne stadium. Jedna kropka oznacza jeden pomiar. Objaśnienia w tekście.

Textfigs. 28. Spindle length (only MK) and distance between the ends of spindle fibers in different stages of mitosis (MPH, A, T) in *Lupinus luteus*. MK — metakinesis, MPH — metaphase, T — telophase, I, II, III early, middle and late stage One point — one measurement. Explanation in text.

trudno wytłumaczyć na podstawie tej hipotezy, o ile w ogóle jest to możliwe. Jąderka o kształcie dzwonu wskazują, że siła powodująca ich ruch w kierunku prostopadłym do płytki metafazowej działa głównie, o ile nie wyłącznie od płytki metafazowej. Czynnikiem, który to powoduje jest prawdopodobnie wydłużanie się włókien (Ryc. 28). Włókna wrzeciona mogą nie tylko ciągnąć, ale i pchać chromozomy, mogą się więc nie tylko skracać, ale i wydłużać, na co słusznie wskazuje Schrader (1951) i najlepszym może tego przykładem jest *Mecistorhinus* i *Brachystetus* przez niego opisany (Schrader 1947). Eliminacja jąderek o kształcie kropli także może być wytłumaczona działaniem włókien, ponieważ bardzo często włókna kończą się właśnie pod jąderkiem, co sugeruje, że jest przez nie wypychane. Jest jednak prawdopodobne, że odgrywa tu pewną rolę działanie podobne jak w taktoidzie, może ono być jednak dodatkowym czynnikiem. Ten czynnik działa zapewne najsilniej w końcowych stadiach eliminacji jąderka, gdy jest ono odsuwane poza powierzchnię wrzeciona (Ryc. 19, 21, 25), przy czym współdziała tu także napięcie powierzchniowe. Działania takiego należy oczekiwać ponieważ struktura i konsystencja wrzeciona jest inna niż cytoplazmy i najprawdopodobniej wrzeciono jest odgraniczone od cytoplazmy wyraźną błoną (Wada 1950).

Wypychaniem przez włókna można prawdopodobnie wytłumaczyć niektóre zaburzenia w mejozie, a mianowicie pewne typy eliminacji uniwalentów, tzn., gdy w metafazie niewielka liczba uniwalentów jest wyrzucana na boki lub bieguny wrzeciona. Wypadki takie były obserwowane u *Cochlearia Tatrae* (Bajer 1951). Naturalnie jednak nieregularny ruch i położenie uniwalentów jest w większości wypadków wynikiem działania siły ciągnącej (włókna) i jest bardzo dobrze wytłumaczone przez Östergrena teorią koorientacji przez ciągnienie (Östergren 1951).

Obserwacje w kontraście fazowym zdają się wskazywać, że włókna chromozomowe nie mają struktury jednorodnej, jak jest ogólnie przyjęte. Mimo, że nie udało się stwierdzić, że widoczne włókna są przyczepione do chromozomów, ponieważ przy małych chromozomach *Lupinus* jest to bardzo trudne, liczba włókien widoczna z profilu wrzeciona jest podobna do liczby chromozomów na brzegu płytki, co wskazuje że widoczne włókna są włóknami chromozowymi. Nie jest wiadomym czy paciorkowata struktura włókien jest artefaktem na skutek utrwalenia, ponieważ jest jednak badzo regularna i została stwierdzona także na innym materiale to wydaje się prawdopodobne, że jeżeli jest nawet artefaktem na skutek utrwalenia, to jest to tylko podkreślenie istniejących struktur.

Streszczenie

Przy pomocy kontrastu fazowego i mikroskopu polaryzacyjnego obserwowano na barwionych i niebarwionych preparatach wrzeciono i eliminacje jąderek u roślin, u których jąderka nie zanikają w czasie podziału. Eliminacja jąderek umożliwia odróżnienie późnej od wczesnej metafazy i zdaje się wskazywać, że:

1. istnieje przebudowa struktury wrzeciona między metakinezą, a końcem metafazy,
2. czynnikiem powodującym eliminację jąderka nie są prądy we wrzecionie, ale wypychanie jąderek przez wzrastające na długość włókna wrzeciona.

SUMMARY

Observations of behaviour of persisting nucleoli can throw some light on changes occuring inside the spindle during mitosis. Plants with persisting nucleoli have been described by several authors (Yamaha and Sinoto 1925, Zirkle 1928, Schaede 1929 a, b, Frew and Bowen 1929 and others). In different plants different percentages of persisting nucleoli are found and are correlated with temperature (Ehrenberg 1926). Only Ehrenberg (1946) among all those who investigated persisting nucleoli was interested in the spindle structure.

During his work the author of this paper was mainly interested in: 1. Spindle structure in metakinesis and metaphase, 2. mechanism of nucleoli elimination.

As material with persisting nucleoli root tips of the following plants were used: *Lupinus luteus, Canna indica, Ricinus communis, Cucumis sativus, Zea Mays* and for comparison: *Agrostemma githago, Plantago lanceolata, Tinantia fugax, Allium cepa, Triticum vulgare* (slides used in my previous work — Bajer 1951) and also *Haemanthus Katharinae*. As fixatives Navashin's and Flemming-Benda's fluids were used. Slides stained or unstained mounted in different mediums were observed in phase contrast and polarizing microscope.

Persisting nucleoli are visible in approximately 70% and 45% of dividing cells of *Lupinus* and *Canna* respectivly. In the remaining material such nucleoli were found only in a small percentage. Most of the observations were made on *Lupinus* and *Canna* and the results are fully confirmed by those obtained on the other plants. It must be stressed that not much can be added to what the above mentioned authors have already published about the behaviour of persisting nucleoli. An unstained nucleolus (unstained slides or Feulgen reaction) in phase con-

trast has no uniform structure, though it can be seen that it is composed of two substances of which one forms strong refracting granules, while other envelopes them (Textfigs. 6—7, Table 1, Figs. 2, 1). This structure seems to indicate that the nucleolus is of a coacervate nature (cf. Frey-Wyssling 1948), which was suggested by Ehrenberg (1946). This structure of the nucleolus is visible during all the course of mitosis. In phase contrast due to the strong refraction of the granules even very small particles of nucleoli may easily be discerned both outside and inside the chromosome group. If in the polar cap formation stage, nucleoli are on the outskirts of the nucleus, they can be showed on the polar caps and be pushed to the poles. Such cases were rarely observed.

In metakinesis the nucleolus does not usually change its position and is in most cases inside the chromosome group, while after the metaphase plate is formed, it either perforates the plate or protrudes on one side of it.

The spindle in metakinesis is cigar shaped and in metaphase it is in most cases barrel shaped. The boundaries of the spindle are in metakinesis well visible while in metaphase they are completely invisible. The distance between the spindle fibers is shortest in early metaphase and then it increases (Textfig. 28). In metaphase chromosome fibers have no uniform structure but are composed of small and very regular granules which are birefringent in polarized light. This is best visible in the case of large chromosomes of *Haemanthus*. It is not known whether these granules are fixation artefacts but their regularity suggests that even if they are artefacts, fixation brings out exageratly the morphology of the structure existing in vivo.

On fixed material it usually is not easy to distinguish early from late metaphase, while in plants with persisting nucleoli this difficulty almost does not exist. Persisting nucleoli are eliminated completely or almost completely (they are then connected with a thread to the plate) and the position and the shape of the nucleolus enables to distinguish the different stages of metaphase (Textfig. 28 is based on such observations).

It is important that as a rule the elimination of the nucleolus occurs in metaphase. During elimination the nucleoli are either drop shaped or in early stages often dumb bell shaped (in cases when the nucleolus is well connected on a large plane with the metaphase plate). Different stages of elimination are in Textfigs. 1—27.

So far it was thought that the process of nucleoli elimination was due to currents existing inside the spindle (Schaede 1929, a, b, Zirkle 1928). However there is no evidence that such currents exist and from Brownian movements inside the spindle such suppositions cannot be deducated (Bělař 1929, Becker 1938, Bajer 1953). On basis of the

tactoid hypothesis of the spindle structure (Östergren 1949, 1950) it is well understood that the nucleoli must be eliminated, that they move towards the poles and also that they must be drop shaped. However on the basis of this hypothesis it is difficult to explain their dumb bell shape (Textfigs. 1—3, 5, 8, 9, 11). In numerous cases it can be noticed that simultaneously to the elimination of nucleoli the length of the spindle fibers in metaphase increases (cf. Textfig. 28) and in different fibers this process is not synchronised. It often can be noticed that spindle fibers touch this side of the drop shaped nucleoli which is turned towards the plate. This is most plainly visible in dumb bell shaped nucleoli. These facts suggest that the fibers growing to the poles push the nucleoli and are responsible for their movement during metaphase. The facts in which spindle fibers did not pull but pushed chromosomes were noted and were discribed by Schrader (1947).

It seems also probable that the mechanism of elimination of certain univalents during the irregular course of meiosis is similar (i. e. elimination of several univalents in metaphase when chromosomes form metaphase plate cf. Bajer 1951). Such univalents seem to be pushed to one or two poles and then can be seen in cytoplasm. It is necessary to stress however that probably only some of the univalents are eliminated in such a way. Most of the eliminations as well as other disturbances in the univalents movements are well explained by Östergren's theory of coorientation by pulling (Östergren 1951).

The process of nucleoli elimination, which occurs in most cases in metaphase when chromosomes form the plate, suggests that the submicroscopic structure of the spindle changes between metakinesis and late metaphase. As a consequences of these changes the nucleoli are eliminated from the spindle. This seems to be in agreement with Swann's (1951) and Pfeiffer's (1951) observations.

CYTOWANA LITERATURA

Bajer A., 1951. Studies on spindle and chromosome movement. Acta Soc. Bot. Pol. 21 : 95 — 111.

Bajer A., 1951. Cytological studies on *Cochlearia Tatrae Borb.* Bull Acad Pol. Sc. Let. Ser. B, 1952, 89 — 118.

Bajer A., 1953. Absolute viscosity and living mitotic spindle structure Acta Soc. Bot. Pol. (in. press).

Bajer A. & Molè-Bajer J., 1953. Influence of extreme temperatures on mitosis in vivo. I. *Hymenophyllum*. Acta Soc. Bot. Pol. (in press).

Bělař K., 1929. Beiträge zur Kausalanalyse der Mitose. III. Z. Zellf. 10 : 71 — 134.

Ehrenberg L., 1946. Influence of temperature on the nucleolus and its coacervate nature. Hereditas 32 : 406 — 418.

Frey-Wyssling A., 1948. Submicroscopic morphology of protoplasm and its deriviatives. Amsterdam.

Frew P. E. & Bowen R. H., 1929. Nucleolar behaviour in the mitosis of plant cells. Quart. J. Micr. Sc. 73 : 197 — 214.

Östergren G., 1949. *Luzula* and the mechanism of chromosome movement. Hereditas 35 : 445 — 468.

Östergren G., 1950. Considerations of some elementary features of mitosis. Hereditas 36 : 1 — 18.

Östergren G., 1951. The mechanism of co-orientation in bivalents and multivalents. Hereditas 37 : 85 — 156.

Pfeiffer H., 1951. Über den Gang der Refraction des Cytoplasmas während der Mitose. La Cellule 44 : 41 — 47.

Schaede R., 1929 a. Über das verhalten des Nucleolus während der Kernteilung. Protoplasma 5 : 41 — 54.

Schaede R., 1929 b. Kritische Untersuchungen über die Mechanik der Karyokinese. Planta 8 : 383 — 397.

Schrader F., 1947. Data contribunting to an analysis of metaphase mechanics. Chromosoma 3 : 22 — 47.

Schrader F., 1951. A critique of recent hypotheses of mitosis. Symp. Cytol 37 — 51.

Swann M. M., 1951. Protoplasmic structure and mitosis I. J. exp. Biol. 28 : 477 — 433.

Swann M. M. & Mitchison J. M., 1950. Refinements in polarized light microscopy. J. exp. Biol. 27 : 226 — 237.

Yamaha G., & Sinoto Y., 1925. On the behaviour of nucleolus in the somatic mitosis of higher plants with microchemical notes. Bot. Mag. Tokyo. 39 : 205 219.

Wada B., 1950. The mechanism of mitosis based on studies of the submicroscopic structure of the living state of the *Tradescantia* cell. Cytologia 16 : 1 — 26.

Zirkle C., 1928. Nucleolus in root tip mitosis in *Zea Mays*. Bot. Gaz. 86 : 402 — 418.

OBJAŚNIENIE TABLICY I.
EXPLANATION OF TABLE I.

1 — 12. *Lupinus luteus,* 13 *Canna indica,* 14 *Cucumis sativus.*

1 — 2. Reakcja Feulgena, 3 — 15 fiolet gencjanowy, kontrast fazowy.

1 — 2. Feulgen reaction, 3 — 15 gentian violett, phase contrast.

Fig. 1 — 2. Reakcja Feulgena (porównaj Ryc. 7 — 6).

Figs. 1 — 2. Feulgen reaction (cf. Textfigs. 7 — 6).

Fig. 3 — 4. Jąderka o kształcie dzwona, widoczna struktura włókien wrzeciona Ryc. 4 (porównaj Ryc. 9 — 8).

Figs. 3 — 4. Dumb-bell shaped nucleoli, visible structure of spindle fibers, plainly in Fig. 4 (cf. Textfigs. 9 — 8).

Fig. 5 — 11. Różne stadia eliminacji jąderek (porównaj Ryc. 5, 16, 15. 14, 24, 10. 18)

Figs. 5 — 11. Different stages of nucleoli elimination (cf. Textfigs. 5, 16, 15, 14 24, 19, 18).

Fig. 12. Jąderko o kształcie dzwona (porównaj Ryc. 1).

Figs. 12. Dumb-bell shaped nucleolus (cf. Textfilg. 1).

Fig. 13 — 14. Bardzo małe jąderka (Fig. 13, porównaj Ryc. 26)

Figs. 13 — 14. Small nucleoli (Fig. 13 cf. Textfig. 26).

Fig. 15. Wczesna anafaza (porównaj Ryc. 21).

Figs. 15. Early anaphase (cf. Textfig. 21).



Tablica I — Table I

Badania nad ruchami fototaktycznymi chloroplastów. I.

Studies on the phototactic movements of chloroplasts. I.

ALICJA ZURZYCKA i JAN ZURZYCKI

Wpłynęło 24.II.53 r.

Badania szeregu autorów a przede wszystkim prace S e n n a, wykazały, że ruchy fototaktyczne chloroplastów są zjawiskiem bardzo rozpowszechnionym w obrębie zarówno roślin niższych jak i wyższych i odgrywają prawdopodobnie poważną rolę w procesach życiowych komórki.

Szereg czynników zewnętrznych, działających poza światłem na komórkę roślinną, wywiera wpływ:

1. na przebieg ruchów fototaktycznych chloroplastów oraz
2. wywołuje ruchy taktyczne chloroplastów w obrębie komórki.

1. Według S e n n a (1908) działanie niskich temperatur powoduje przejście chloroplastów do apostrofii względnie systrofii u szeregu roślin (*Mesocarpus, Striatella unipunctata, Funaria hygrometrica* i inne). Zjawiska tego nie przypisuje się bezpośredniemu działaniu danej temperatury na ruch chloroplastów, ale przyjmuje się, że obniżene temperątury wywołuje zmianę we wrażliwości chloroplastów w stosunku do światła. W temperaturze wyższej ekologiczne optimum świetlne leży wyżej niż w temperaturze niższej. Podwyższenie ciśnienia osmotycznego wywołuje zwolnienie procesu apostrofii; bodźce chemiczne powodują najczęściej uszkodzenie aparatu fototaktycznego. Brak dwutlenku węgla jest, zdaniem Senna, bez wpływu na przemieszczanie się chloroplastów na świetle, opóźnia jedynie apostrofię. W wyższych stężeniach zarówno dwutlenek węgla jak i eter wpływają hamująco na ruchy fototaktyczne chloroplastów.

2. Ruchy taktyczne chloroplastów wywoływane przez inne niż światło bodźce, występują rzadko, najczęściej tylko w warunkach laboratoryjnych. Termotaktyzm chloroplastów obserwował S e n n (1908) u chloroplastów *Funaria hygrometrica,* wywołując doświadczalnie różnicę temperatur ścian zewnętrznych i bocznych komórki. W przyrodzie ter-

motaksja chloroplastów występuje rzadko. Obserwowano ją (Senn 1909) w liściach roślin zimozielonych, w wypadku gdy powstający szron wywoływał lokalne obniżenie temperatury na ścianach zewnętrznych komórek. Zmiana wartości osmotycznej komórki może wywołać ruchy taktyczne chloroplastów tylko w wypadku, gdy czynnik działający ma charakter kierunkowy. Liście *Elodea* lub *Funaria* narażone na szybką utratę wody przy więdnięciu wykazują przejście chloroplastów do apostrofii. Wyjątkowo morskie brunatnice *(Dictyota, Padina)* przy równomiernym działaniu hypertonicznych roztworów chlorku sodu wykazują ruchy chloroplastów w obrębie komórki. Działanie siły ciężkości nie wywiera żadnego wpływu na typowe ruchy chloroplastów ze ścian górnych na boczne i odwrotnie. Wpływ bodźców mechanicznych tylko u okrzemki *Striatella unpunctata* wywołują przejściową apostrofię. Natomiast stosunkowo z dużą wrażliwością reagują chloroplasty na bodźce natury chemicznej, przede wszystkim na brak lub obecność dwutlenku węgla. Kierunkowy dopływ dwutlenku węgla powoduje przejście chloroplastów do epistrofii, brak CO_2 wywołuje apostrofię u *Funaria hygrometrica.*

Z powyższego przeglądu wynika jasno, że głównym i w warunkach naturalnych prawie jedynym czynnikiem, wywołującym ruchy taktyczne chloroplastów jest światło, natomiast inne bodźce mogą wywoływać te ruchy tylko w wyjątkowych wypadkach.

Szereg dotychczas ogłoszonych prac zajmuje się ilościowym ujęciem ruchów fototaktycznych chloroplastów (Voerkel 1934, Zurzycka i Zurzycki 1950, Zurzycka 1951, Zurzycka i Zurzycki 1951, 1952), żadna z nich jednak nie dotyczyła działania światła białego na zasadnicze typy reakcji fototaktycznych. Ze względu na podstawowe znaczenie tego problemu, podjęto się opracowania niektórych zagadnień związanych z wpływem światła białego na reakcje fototaktyczne chloroplastów. Praca niniejsza zajmuje się trzema problemami z tej dziedziny:

I. układem chloroplastów w stałych warunkach świetlnych
II. układem chloroplastów pod wpływem światła różnej intensywności
III. zestawieniem typowych przebiegów reakcji fototaktycznych.

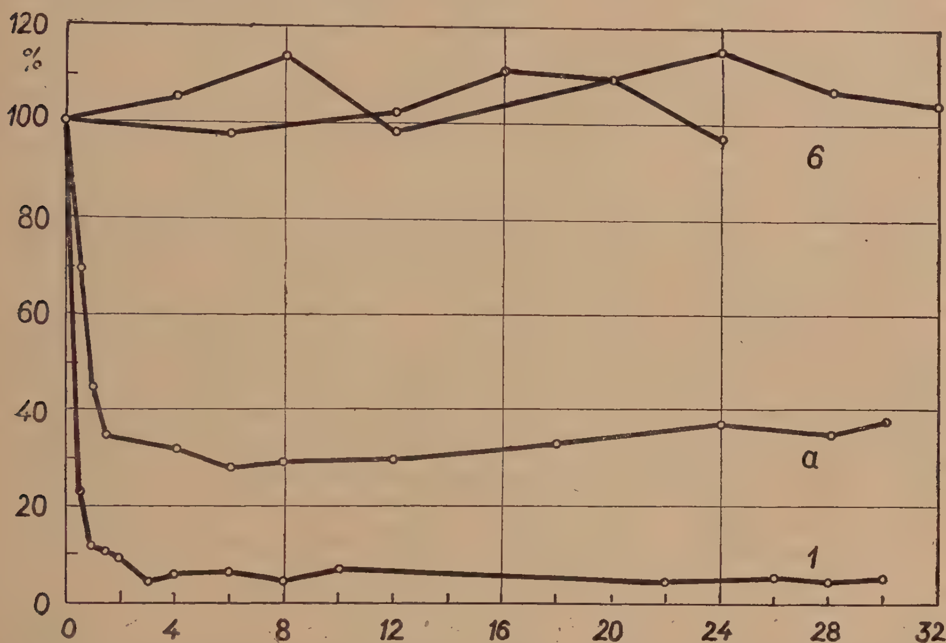
Jako materiału użyto liści *Lemna trisulca* L., stosując sposób postępowania i warunki doświadczenia takie same jak w wyżej wymienionych poprzednich pracach.

I. Układ chloroplastów w stałych warunkach świetlnych.

Komórki liści *Lemna trisculca*, zawierające chloroplasty w epistrofii, umieszczano w komorze wilgotnej Gauthereta i poddawano działaniu światła o natężeniu 0 (apostrofia), 40 (epistrofia) i 13 300 luxów (parastro-

fia) przez 24—30 godzin. Procent reakcji obliczano w odstępach czasu odpowiednio dobranych dla każdego typu reakcji. Otrzymane wyniki zestawiono na wykresie 1. Każdą reakcję powtarzano parokrotnie.

Światło o natężeniu 13 300 luxów wywołuje szybką ucieczkę chloroplastów na ściany boczne. Po upływie godziny od momentu rozpoczęcia doświadczenia ustala się całkowita parastrofia; utrzymuje się ona przez cały czas działania bodźca.



Ryc. 1. Zmiany układu chloroplastów w stałych warunkach świetlnych. Odcięte — czas w godzinach, rzędne — % epistrofii. 1 — parastrofia (intensywność światła 13300 luksów), 6 — epistrofia (int. św. 40 luksów), a — apostrofia (ciemność). Pozycją wyjściową jest we wszystkich wypadkach epistrofia.

Fig. 1. Change of chloroplast arrangement in constant light conditions. Abscissa — time in hours, ordinates — epistrophe percentage. 1 — parastrophe (light intensity 13300 lux), 6 — epistrophe (light int. 40 lux), a— apostrophe (darkness). In all cases epistrophe was the initial position.

Komórki z chloroplastami w epistrofii przeniesione do ciemności, wykazują równomierne przejście chloroplastów do apostrofii. W użytym materiale nie obserwowano czasu wstępnego. Przebieg reakcji był we wszystkich doświadczeniach mniej więcej podobny. Apostrofia otrzymana w pierwszych 1 — 3 godzinach utrzymywała się do końca doświadczenia. W godzinach końcowych obserwowano w kilku wypadkach niewielkie podniesienie się procentu chloroplastów w epistrofii.

Epistrofia przy świetle o natężeniu 40 luksów utrzymuje się również przez cały czas doświadczenia, krzywe otrzymane dla tej reakcji odbiegają jednak znacznie od regularnych krzywych podanych dla dwu poprzednich typów reakcji. Przyczyna tego zjawiska leży prawdopodobnie w dwu faktach:

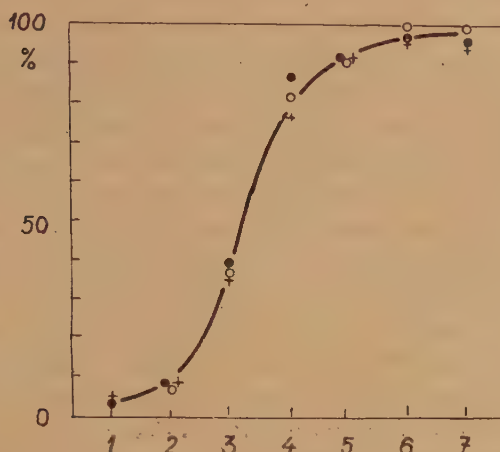
1. Układ chloroplastów w epistrofii ma charakter dynamiczny. W ciągu 24 godzin doświadczenia obserwowano ciągłą wymianę chloroplastów ze ścian górnych na boczne i odwrotnie. Wymiana ta jakkolwiek bardzo wolna była jednak wyraźnie dostrzegalna. Temu zjawisku prawdopodobnie przypisać należy wahania w obliczanych w ciągu 24 godzin procentach reakcji.

2. W niektórych wypadkach obserwowano pod koniec doświadczenia spadek procentu chloroplastów w epistrofii. Jest to zjawisko związane być może z wyczerpaniem się dwutlentku węgla w komorze z badanym liściem, na co wskazywałyby wyniki pracy S e n n a (1908), wykazujące, że brak dwutlenku węgla powoduje przejście chloroplastów do apostrofii.

Na podstawie otrzymanych wyników stwierdzić można, że nie istnieje wewnętrzna rytmika ruchu chloroplastów. Układ chloroplastów w komórce zależny jest wyłącznie od intensywności oświetlenia. Do podobnych wyników doszedł też S e n n (1908). Cykliczne ruchy chloroplastów obserwowane przez F r a n k a (1872) wywoływane są wyłącznie okresowymi zmianami natężenia światła w ciągu doby.

II. Układ chloroplastów pod wpływem światła różnej intensywności.

W badaniach dotychczasowych niejednokrotnie zaznaczano zależność między układem chloroplastów w komórce a intensywnością światła padającego na nią. Według tej zależności każdej intensywności światła odpowiada stały procent chloroplastów w epistrofii. Zależność ta została stwierdzona przez V o e r k l a (1934) dla *Funaria hygrometrica*, przez Z u r z y c k ą (1950) dla *Lemna trisulca* (w obu wypadkach dla światła barwnego) i przez Z u r z y c k i e g o i Z u r z y c k ą (1952) dla *Selaginella Martensii* (dla światła białego). Dotychczas nie posiadamy jednak stwierdzenia też zależności dla światła białego u *Lemna trisulca*. Ponadto w wyżej wymienionych pracach ustalono tę zależność tylko dla jednego typu reakcji epistrofia — parastrofia. Celem tej części pracy było wykazanie, że niezależnie od pozycji wyjściowej tzn. zarówno gdy chloroplasty znajdują się w epistrofii, parastrofii czy apostrofii, pod działaniem bodźca świetlnego o określonej intensywności ustala się pewien stan równowagi w komórce, uzależniony wyłącznie od intensywności użytego światła. Wynik doświadczeń tej serii zestawiono w Tablicy I. Każda pozycja Tablicy odpowiada średniej z 5 powtórzeń.



Ryc. 2. Zależność układu chloroplastów od intensywności światła. Odcięte — względna intensywność światła (wg. oznaczeń w tabl. I), rzędne — % epistrofii. Pozycje wyjściowe: ● — epistrofia, o — parastrofia, + apostrofia.

Fig. 2. Dependence of chloroplast arrangement on light intensity. Abcissa — relative light intensity (as denoted on Table I), ordinates — epistrophe percentage. The initial position was: ● — epistrophe, o — parastrophe, + apostrophe.

Analiza otrzymanych wyników potwierdza całkowicie istnienie wyżej wymienionej zależności — każdej intensywności światła odpowiada pewien układ równowagi w komórce, wyrażający, się stałym procentem chloroplastów w epistrofii od 0 — 100.

TABLICA I

TABLE I

Układ chloroplastów (% epistrofii) po 3 godz. naświetlania światłem różnej intensywności w zależności od pozycji początkowej.

Chloroplast arrangement (percentage of epistrophy) after 3 hrs of illumination with light of different intensities in dependence on the initial chloroplast arrangement.

L.	Intensywność Intensity lux	Pozycja wyjściowa — Initial arrangement		
		Epistrofia Epistrophy	Parastrofia Parastrophy	Apostrofia Apostrophy
1	13300	3,68 ± 0,97	—	4,60 ± 1.03
2	8250	7,38 ± 1,56	7,68 ± 1,93	8,70 ± 1.12
3	5500	39,58 ± 1,16	36,06 ± 2,49	34,75 ± 3.15
4	730	87,60 ± 5,86	82,00 ± 5,32	76,65 ± 6.84
5	90	93,78 ± 4,60	90,32 ± 2,59	91,20 ± 5.12
6	40	96,44 ± 2,85	99,40 ± 2,55	96,60 ± 5.82
7	9	95,64 ± 4,05	100,44 ± 3,91	94,00 ± 3.84

Dane z Tablicy I pochodzą z materiału wiosennego, odznaczającego się dużą wrażliwością. Niejednokrotnie podkreślano w szeregu prac, że materiał zebrany w okresie jesiennym reaguje znacznie słabiej na bodziec świetlny. Dla sprawdzenia, czy obniżenie się wrażliwości chloroplastów nie zmienia istoty zależności między układem chloroplastów a natężeniem światła, zbadano tę zależność także na materiale zebranym wczesną jesienią (pierwsza połowa września) i późną jesienią (pierwsza połowa listopada) z tego samego zbiornika wodnego z którego pochodził materiał wiosenny. Wyniki ilustruje Tablica II. W miarę starzenia się materiału zmniejsza się wrażliwość chloroplastów na działanie światła, przy zachowaniu stałej dla danego materiału zależności między intensywnością światła a procentem reakcji. Tak więc w materiale wiosennym światło o natężeniu 13 300 luksów wywoływało pełną parastrofię (% chloroplastów w epistrofii — 3,68). W materiale wczesnojesiennym światło o tej samej intensywności wywołuje już słabszą parastrofię (9,55%) a w materiale z późnej jesieni wrażliwość obniża się jeszcze bardziej. (Procent chloroplastów w epistrofii — 38,55, podczas gdy prawie taki sam efekt w materiale wiosennym daje światło o natężeniu już 5 500 luksów). Przy słabszych intensywnościach światła różnice nie występują już tak wyraźnie. Przyczyny tego zjawiska mogą być różnorodne — z jednej strony obniżenie wrażliwości może być spowodowane zmianą ilościowego stosunku barwników chloroplastów i związaną z tym zmianą w absorbcji światła, lub też zmianami w mechaniźmie ruchu chloroplastów.

TABLICA II

TABLE II

Układ chloroplastów (% epistrofii) po 3 godz. naświetlania światłem różnej intensywności w zależności od pory roku.

Chloroplast arrangement (percentage of epistrophy) after 3 hrs of illumination with light of different intensities, and in different seasons.

L.	Intensywność Intensity lux	Data badania — Date of experiment		
		5 — 20 V.	3 — 14 IX	5 — 15 XI
1	13300	3,68	9,55	38,35
2	8250	7,38	31,40	54,90
3	5500	39,58	66,07	75,00
4	730	87,60	73,85	93,80
5	90	93,78	98,90	103,60
6	40	96,44	89,75	103,30

III. Przebiegi reakcji fototaktycznych.

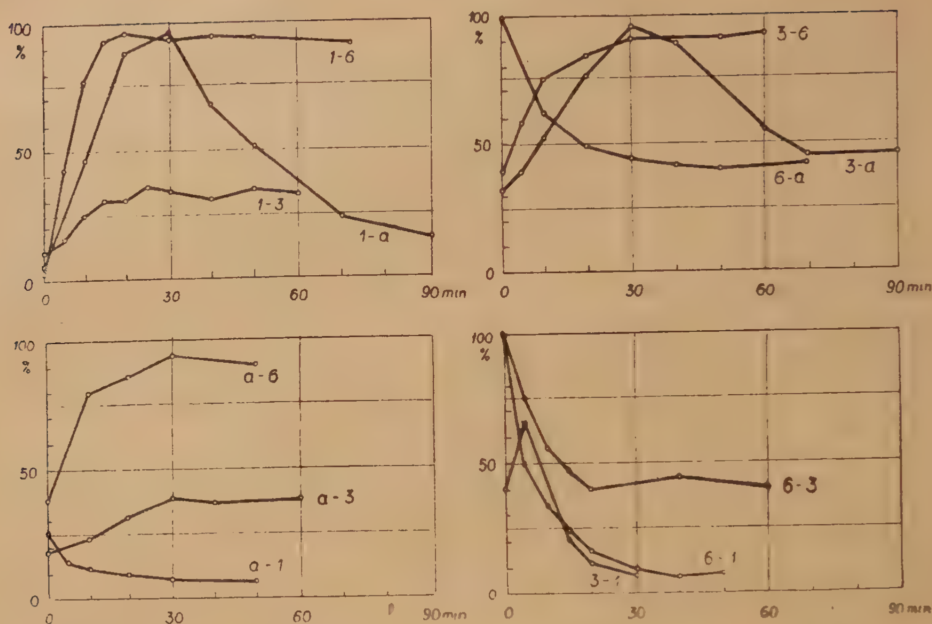
Przy opracowywaniu zagadnienia układu chloroplastów w świetle o różnej intensywności (część II pracy) procent reakcji określano przed rozpoczęciem i po ukończeniu doświadczenia trwającego 3 godziny. Mierzono w ten sposób efekt końcowy bez sprawdzenia w jaki sposób chloroplasty osiągają położenie równowagi przy danej intensywności światła. Niezależnie od pozycji wyjściowej pod wpływem światła o intensywności 13 300 luksów w komórce zachodzi parastrofia. Przejście chloroplastów do tego układu odbywać się może różnie, w zależności czy w pozycji wyjściowej chloroplasty znajdowały się w epistrofii, apostrofii czy parastrofii. Dla wyjaśnienia tego zagadnienia zbadano przebiegi kilku wybranych wg załączonego schematu reakcji fototaktycznych;

Pozycja chloroplastów	Początkowe natężenie światła	Zmniejszanie intensywności	Zwiększanie światła
Parastrofia (1)	13.300 luksów		
Epistrofia niezupełna (3)	5.500 ,,		
Epistrofia (6)	40 ,,		
Apostrofia	0 ,,		

Procent reakcji określano co 5 lub 10 minut zależnie od typu reakcji. Wyniki przebiegu reakcji wg powyższego schematu podaje rys. 3, 4, 5 i 6.

Zmniejszenie intensywności światła wywołuje przejście chloroplastów do epistrofii w procencie związanym z intensywnością użytego bodźca. Szybkość reakcji natomiast zależy w dużej mierze od różnicy intensywności początkowej i końcowej, a więc od skoku intensywności. Szybkość jest największa przy reakcji 1—6, najmniejsza przy reakcji 1—3. Reakcja 1-a przebiega w dwu etapach. W etapie pierwszym (około 30 minut) chloroplasty reagują na zmniejszenie intensywności światła przejściem do epistrofii, w etapie drugim (30—90 minuta) przyjmują położenie właściwe dla apostrofii. Podobnie przebiega reakcja 3-a, z tym, że szybkość reakcji jest mniejsza w związku z mniejszym skokiem intensywności. Wreszcie reakcja 6-a gdzie układem wyjściowym jest epistrofia a skok intensywności bardzo nieznaczny, chloroplasty przechodzą odrazu w położenie epistrofii.

Przy zwiększaniu intensywności światła (ryc. 5 i 6) obserwujemy również zależność między skokiem intensywności a szybkością reakcji (przebieg a-6, a-3, 6-3, 6-1, i 3-1). Wyjątkowy przebieg ma reakcja 3-1, gdzie w pierwszych minutach działania bodźca podnosi się procent chloroplastów w epistrofii, a dopiero potem ustala się parastrofia, właściwa



Ryc. 3—6. Typowe przebiegi reakcji fototaktycznych. Odcięte — czas w minutach, rzędne — % epistrofii. Cyfry przy wykresach oznaczają początkową i końcową intensywność światła. 1 — 13300 luksów (parastrofia). 3 — 5500 luksów (niepełna epistrofia), 6 — 40 luksów (epistrofia), a — ciemność (apostrofia).

Fig. 3—6. Development of the typical phototactic reactions. Abcissa — time in minutes, ordinates — epistrophe percentage. Numbers by curves denote initial and final light intensities: 1 — 13300 lux (parastrophy), 3 — 5500 lux (incomplete epistrophy), 6 — 40 lux (epistrophy) a — darkness (apostrophy).

dla badanej intensywności światła. Reakcję tę powtarzano szereg razy, za każdym razem otrzymując podobne zjawisko. Niestety brak jest na razie danych dla wyjaśnienia tego typu przebiegu.

Streszczenie wyników

1. Układ chloroplastów w komórce uzależniony jest od intensywności działającego światła, bez względu na pozycję wyjściową chloroplastów w komórce. Każdej intensywności światła odpowiada po 3 godzinach naświetlania stały układ równowagi w komórce, wyrażający się procentem chloroplastów w epistrofii od 0—100.

2. Wrażliwość chloroplastów na światło ulega zmniejszaniu się w ciągu okresu wegetacyjnego.

3. Ruchy fototaktyczne chloroplastów wywoływane są przede wszystkim zmianami intensywności światła padającego na komórkę. W stałych warunkach świetlnych chloroplasty po przyjęciu układu wła-

ściwego dla danej intensywności światła utrzymują go przez cały czas trwania bodźca. Nie istnieje wewnętrzny rytm dzienny ruchów fototaktycznych.

4. Szybkość poruszania się chloroplastów w komórce zależy od różnicy początkowej i końcowej intensywności bodźca. Przy zmniejszaniu się intensywności, o ile skok jest dostatecznie duży, chloroplasty reagują na niego przejściem do epistrofii, adaptując dopiero później układ do panujących warunków świetlnych.

Panu Profesorowi Dr F. Górskiemu składamy serdeczne podziękowania za cenne uwagi i wskazówki.

Z Zakładu Fizjologii Roślin U. J.

SUMMARY

The influence of environmental conditions acting on a plant cell on 1. the course of phototactic movements and 2. the source of tactic chloroplasts movements was discussed. It appears that light is the main and in normal conditions almost the only factor causing tactic chloroplast movements. Other stimuli cause these movements only exceptionally.

So far a number of reports described quantitatively phototactic chloroplast movements, none of them, however, dealt with the influence of white light on the main types of phototactic reaction. In view of the fundamental importance of this problem some aspects of the influence of white light in phototactic chloroplast movements were investigated in detail. The present paper deals with three of these problems:

1. arrangement of chloroplasts in constant light conditions,
2. arrangement of chloroplasts in light of different intensities,
3. description of the typical courses of phototactic reactions.

Lemna trisulca L. was used as material. The methods and experimental conditions were the same as those described in our previous papers.

1. Arangement of chloroplasts in constant light conditions.

Lemna trisulca leaf cells with chloroplasts in epistrophe were placed in Gautheret's humidity chamber and then acted for 20—30 hours with light of 0 (apostrophe), 40 (epistrophe) and 13.300 (parastrophe) lux. The percentage of reaction was calculated at intervals most adequate for each type of reaction. Each reaction was repeated several ti-

mes. The results obtained are given on graph 1. The 13.300 lux light intensity caused a quick displacement of chloroplasts onto the side walls. One hour after the experiment was started the parastrophe is complete. This arrangement does not change throughout the experiment. In cells placed in darkness the chloroplasts move slowly to the apostrophe. This arrangement also persists throughout the experiment and only in some cases a slight increase in the percentage of reaction was noted. Epistrophe in the 40 lux light intensity also persists throughout the stimulation, the curves of this reaction are much less regular that the curves of the two preceding ones. This is probably due to two reasons: 1. The chloroplast arrangement is dynamic in character. During 24 hours an incessant movement of chloroplasts from the upper to the side walls and from the side to the upper ones could be observed. That is probably the reason for the variation in reaction percentages calculated during 24 hours. 2. In some cases toward the end of the experiment a decrease in the reaction percentage became noticeable. This may be due to the carbon dioxide being used up in the chamber in which the leaf is kept under observation.

From the observations it can be concluded that there is no inner rythm in the chloroplast movements. Their arrangement depends only on the intensity of illuminating light.

2. Arrangement of chloroplasts in light of different intensities.

The aim of this part of the investigation was to show that whatever is the original chloroplast arrangement — i. e. whether chloroplasts are in epistrophe apostrophe or parastrophe — the action of stimulating light brings about a state of balance in the cell. This state of balance depends entirely on the intensity of the light stimulus. The results of this part of experiments are given in Table I. The Table is composed of mean results obtained from 5 repetition experiments. An analysis of the results obtained corroborates fully the above mentioned dependance. To each light intensity corresponds a given state of balance in the cell, which is illustrated by a fixed percentage of chloroplasts in epistrophe ranging from 0 to 100. The data in Table I were obtained from spring material highly sensitive, however the autumn material is far less sensitive. To check therefore whether a lowering of chloroplasts sensitivity changes the dependence between their arrangement and light intensity control experiments were carried out with material gathered in early (begining of September) and late (begining of November) autumn from the same habitat as the spring material. It was found that the older the material the lesser is the sensitivity to the influence of light. The results are given in Table II. There may be different reasons of this, the lowering of sensitivity may be due to a change in

the quantitative ratio of pigments within the chloroplasts, which in turn may cause a change in the absorption of the light stimulus, or on the other hand there may occur a change in the movement mechanism of chloroplasts.

3. Course of phototactic reactions.

Several typical phototactic reactions were studied. The results obtained are illustrated on Figs. 3, 4, 5 and 6. A decrease in light intensity causes the chloroplasts to move to the epistrophe arrangement and the percentage of those which do so is related with the intensity of the stimulus applied. The rapidity, however, depends considerably on the difference between the initial and the final intensities i. e. on the „jump" of intensity. This rapidity is greatest in the 1—6 reaction and smallest in the 1—3 one. (Intensity denominations: a — darkness, 6 — 40 lux (epistrophe), 3 — 5500 lux (incomplete epistrophe) 1 — 13300 lux (parastrophe). The 1 — a reaction develops in two stages. In the first one (approx. 30 minutes) as a reaction to the decrease of light intensity the chloroplasts move to the epistrophe arrangement. In the second one (30th—90th min.) they assume the proper apostrophe arrangement. The 3—a reaction develops similarly though less rapidly as the jump of intensity is smaller. In the 6—a reaction, in which the initial arrangement is epistrophe and the jump of intensity very small, the chloroplasts move at once to the apostrophe arrangement. When light intesity is greater a dependance also exists between the jump of intensity and the rapidity of the reaction. The course of the 3—1 reaction is exceptional. At first, after the simulus is applied, the percentage of epistrophe chloroplasts increases and it is not till after some time that the parastrophe arrangement is reached. This reaction was repeated several times and always the same phenomenon was observed, though it is difficult at present to explain it.

LITERATURA

1. F r a n k B., 1872. Über die Veränderung der Lage der Chlorophyllkörner und des Protoplasmas in der Zelle, und deren innere und äussere Ursachen. Jahrbücher für wiss. Bot. 8, 216—303.
2. S e n n G., 1908. Die Gestalts- und Lageveränderung der Pflanzenchromatophoren. Leipzig.
3. S e n n G., 1909. Weintere Untersuchungen über Gestalt- und Lageveränderung der Chromatophoren. I, II. Ber. dtsch. Bot. Ges. 27, 12—27.
4. V o e r k e l H., 1934. Untersuchungen über die Phototaxis der Chloroplasten. Planta, 21, 156—205.
5. Z u r z y c k a A., 1951. The influence of wavelength of light on the movements of chloroplasts in *Lemna trisula* L. Acta Soc. Bot. Pol. 21, 17—37.

6. Zurzycka A. i Zurzycki J., 1950. The influence of themperature on the phototactic movements of chloroplasts. Acta Soc. Bot. Pol. 20, 665—680.

7. Zurzycka A. i Zurzycki J., 1951. Wpływ jonów niektórych metali na szybkość ruchów fototaktycznych chloroplastów. Acta Sos. Bot. Pol. 21, 113—124.

8. Zurzycki J. i Zurzycka A., 1951. Investigation onto phototactic movements of chloroplasts in *Selaginella Martensii* Spring. Bull. Acad. Pol. des Sciences et des Lettres. Série B I. 235—251.

Kinematographic method of chloroplast movements analysis

JAN ZURZYCKI a. ALICJA ZURZYCKA

(Entered 24. II. 1953)

Introduction

All research on phototactic chloroplast movements were hitherto almost entirely limited to a description of such changes in chloroplast arrangement, as were caused by different environmental and inward factors (Senn 1908). Even when these processes were observed in relation to time, only some temporal chloroplast positions were defined (Voerkel 1924, Zurzycka and Zurzycki 1950). Although from this the average rapidity of the phototactic reaction could be obtained no data were forcoming on the rapidity with which the chloroplasts themselves moved, and on the chloroplast way within the cell. Detailed observations on the dynamism of chloroplast movements and a minute analysis of their ways, movements, rapidity etc. could really elucidate the mechanism of phototactic chloroplast movements. The present work is an attempt to analyse chloroplast movements in *Lemna trisulca* L. with the aid of the kinematographic method of reducing time (Zeitraffung).

Methods

The principle of reducing time method depends on photographing the microscopic image on a kinematographic filmroll every several second. The film is then projected with the normal rapidity of 16 images per sec. On the screen an optional acceleration of the photographed process may be thus obtained.

For photographing a reversible 16 mm Isopan ISS film was used. The necessity of using strong light (a 35 W, 6 V microscopic lamp without dim glass, Köhler's arrangement) made possible the filming of only one kind of reaction, i. e. the epistrophe to parastrophe reaction. The move-

ment of chloroplasts onto the side walls was accelerated 160 times (1 photograph was taken every 10 sec.).

A detailed analysis was made by projecting the images one after another on a screen. On a diagram the successive positions of the central point of a chloroplast were marked in each case (K u h l 1949). In this way it was possible to map out exactly the way of each chloroplast in the cell, its rapidity, and changes of the rapidity during the reaction. The method of determinig the way and rapidity of chloroplasts during 100 secs (from 10 successive photographs) is given in Fig. 1. The error in estimating the chloroplast position which may arise from a limited precision in projecting the photograph, making the diagram and determining the chloroplast center, may be estimated at approximately 0,5 μ.

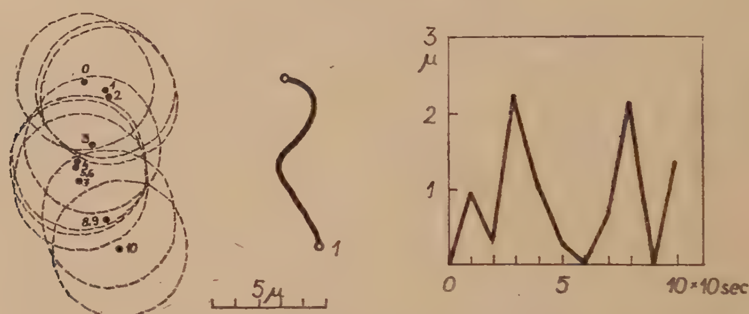


Fig. 1. An example of chloroplast movement analysis during 100 sec. a) chloroplast outline from 10 successive photographs. Center point of chloroplast marked in. b) chloroplast way. c) rapidity graph.

A detailed analysis is possible only in respect of movements taking place on the upper cell wall, as these occure in a plane perpendicular to the direction of observations. When the chloroplasts move to the side walls it is possible to observe only one component of their movement. The downward movement on the side walls cannot be investigated. In most cases only the movements on the upper cell wall were subjected to analysis. To illustrate the whole of the course of phototactic reactions the percentage change in epistrophe was established for one of the investigated cells only, according to a method described in a previous paper (Z u r z y c k a and Z u r z y c k i 1950).

R e s u l t s

When the epistrophe to parastrophe phototactic reaction is observed with a microscope it is difficult to notice the movement of chloroplasts. After some minutes of observation only a change in their arran-

gement in the cell can be noticed. Quite exceptionally a very slow movement of a chloroplast through usually a short distance can be seen then the movement seems to stop. After 20—30 mins, all chloroplasts can be seen to be on the side walls. Their movements however, are too slow to be observed.

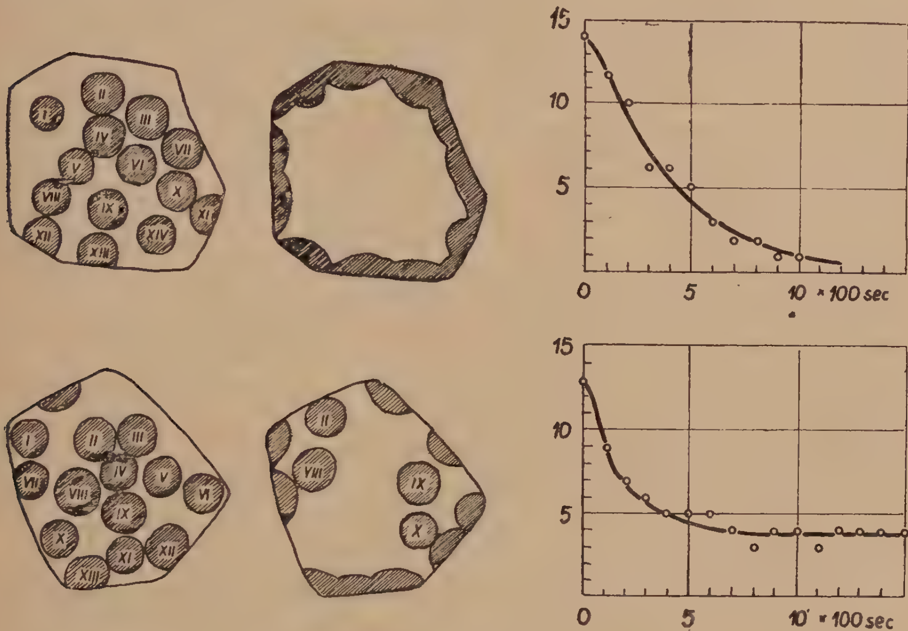


Fig. 2. Initial and final arrangements of chloroplasts in cell 1 (above) and 2 (below), and the course of epistrophe to parastrophe reaction.

The reaction, when filmed accelerated 160 times, shows intensive and complicated movements of all chloroplasts. Immediately after the cell is illuminated all or nearly all epistrophe chloroplasts begin to move. Their movements are fickle and quivering as if they were jerked about in different directions. In each chloroplast separately these movments become progressive, indeterminate in the direction (not necessarily in the direction of the nearest side wall), and follow bow curved or wavy lines. Both these kinds of motion lead, often along extremely complicated ways, to the displacement of chloroplasts onto the side walls. The intensity of these movements is more or less the same throughout the reaction. Chloroplasts after reaching a side wall remain almost motionless, and either stay in one place hardly moving at all, or change their position only slightly. The course of an epistrophe — parastrophe reaction is given on Fig. 2. In cell 1 (spring material) the parastrophe is complete,

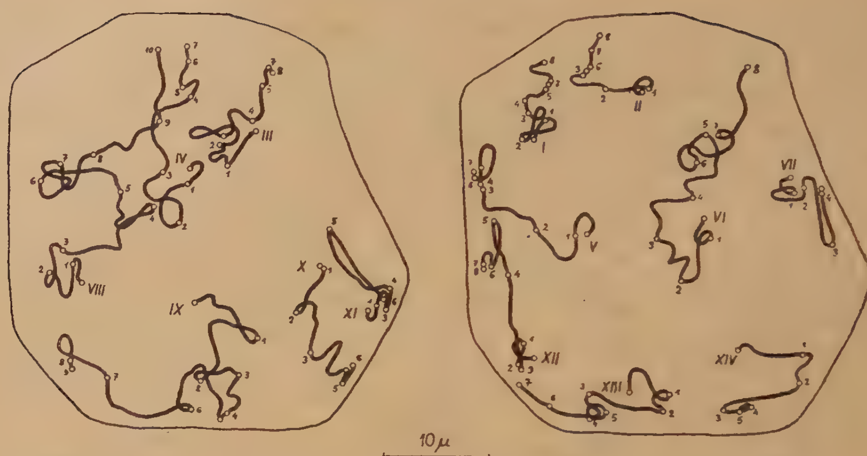


Fig. 3. Cell 1 — chloroplats ways during epistrophe — parastrophe reaction.

while in cell 2 (autumn material) it is not. Chloroplast arrangements at the begining and at the end of the reaction, as well as the curve of its course are, in both cells, very characteristic for the epistrophe — parastrophe reaction. The curve illustrating the course of the reaction is very regular considering that it is plotted for one cell only.

Those chloroplasts which are near, to the side walls usually move fairly directly towards them 1 — I, II, 2 — VI, VII, XI, XII). This however is not a general rule and sometimes the chloroplasts move along the side walls in a flat position (1 — II, XII), or towards the center of the cell (2 — X). Those chloroplasts which are not near to the side walls begin to move in indeterminate directions. As a result they sometimes move directly to the nearst side wall (1 -- XIV, 2 — II) and sometimes directly

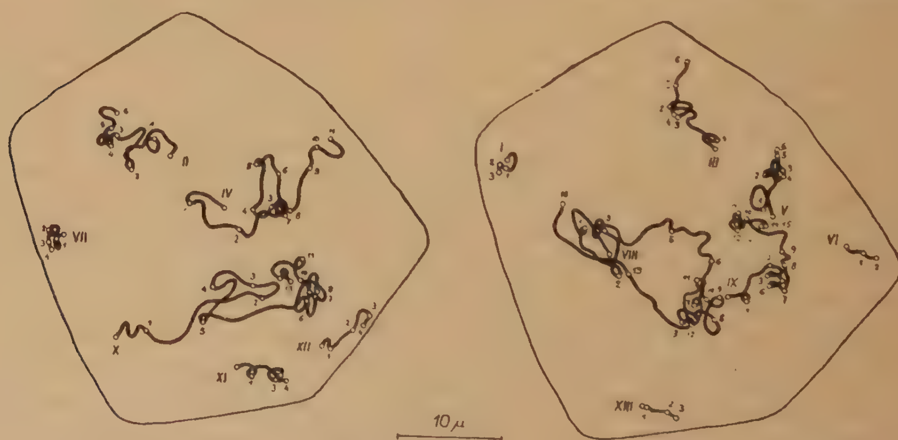


Fig. 4. Cell 2 — chloroplasts ways during epistrophe — parastrophe reaction.

away from it (1 — III, IV). A movement in one direction never lasts long, and during 100 sec. its direction usually changes several times. In consequence the line traced by the center point of the chloroplast is curved, and has many sudden bends and loops. The numerous changes of direction may cause a chloroplast, which has almost reached the side wall, to move to the center of the cell (1 — VIII), or to return near to the place from which it has departed at begining. The distance travelled by a chloroplast is usually far greater than the distance between the positions of a chloroplast, at the begining and the end of a phototactic reaction. Chloroplasts when once in a profile position on the side wall, may remain motionless or move only slightly (1 — X, 2 — I, VII), they also may move along the side walls (1 — VII, XIII, 2 — XII) or even return from profile position to a flat one on the upper wall (1 — XI).

The different chloroplasts may move at the same time each one in a different direction. Often, however, mainly when two chloroplasts are close to each other, they move in the same direction. This is not caused by the chloroplasts pushing each other as, very often, they do not touch. The correlativity canot be thought of as accidental.

The rapidity of the moving chloroplasts varies greatly. From the film only the medium rapidity during each 10 sec. interval can be established. The average rapidity of the chloroplast movement may be estimated at approximately 0.066 μ /sec, while the greatest observed rapidity during a 10 sec. interval is 0,31 μ/sec. Temporary rapidities may be somewhat greater though probably not much so. The rapidity varies greatly and very suddenly. Often, a chloroplast stationary during one 10 sec. interval moves with almost the maximum rapidity during the next one, only to slow down again during the following interval. Only unceasing changes of rapidity are observed, and no periodic acceleration and retardation of the movements is noticeable — there is no rhythm in the movements. When simultaneous rapidity changes of different chloroplasts are compared a correlativity of these changes is visible. This sometimes refers mainly to neighbouring chloroplasts, but can never be applied to all chloroplasts in a cell. Even when the changes in rapidity take place more or less at the same time the correlativity of ways of neighbouring chloroplasts is always far more pronounced.

When comparing chloroplast movements in spring and autumn leaves no marked differences are visible in rapidity and changes of rapidity. The chloroplast ways however seem to be more complicated in the autumn material.

It is difficult to establish whether chloroplasts revolve at the same time as they move forward, because as seen from above, they are round

and thus their rotation, if there is one, is imperceptible. In one cell, however, it was possible to establish that an elongated chloroplast rotated partly round its axis while moving forward (Fig. 6) In this case there is no relation between rapid progressive movements and rapid rotation.

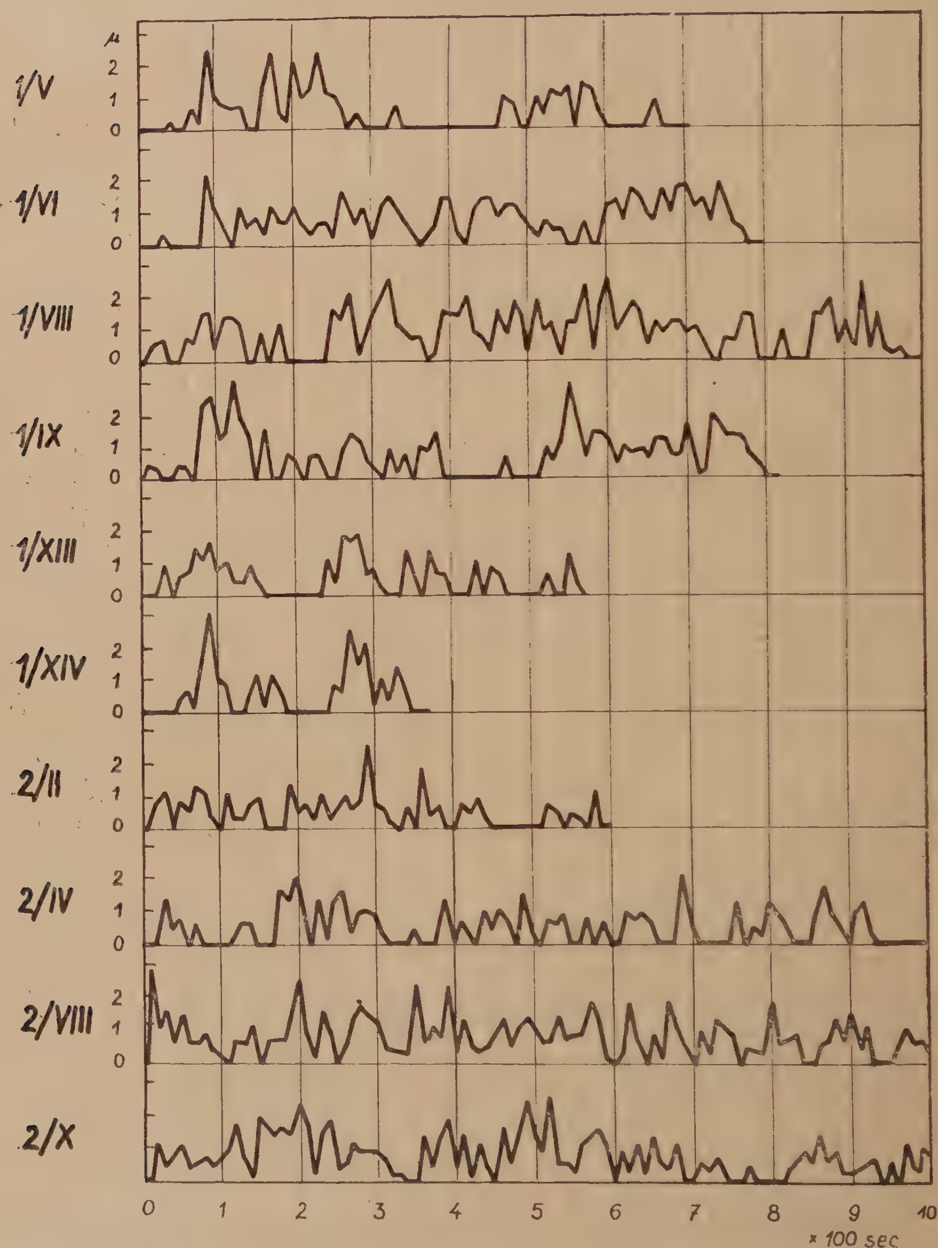
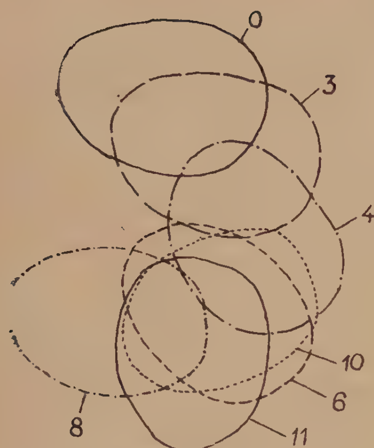
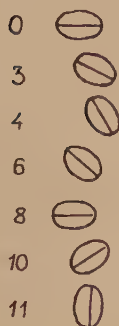


Fig. 5. Rapidity graph of some chloroplasts in the cells 1 and 2.





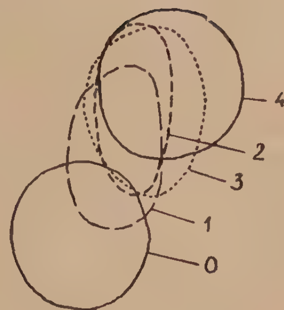


Fig. 6 Fig 7

Fig. 6. Rotation of chloroplast round its axis and its transposition. Chloroplast outline drawn every 10 sec. Left — diagram of the rotation of chloroplast.

Fig. 7. Chloroplast turn to a profile position on the upper cell wall. Chloroplast outline drawn every 10 sec.

In one of the 28 reactions which were filmed other revolving movements also took place. However, the cell was from autumn material and perhaps was not quite normal. As the chloroplasts moved to and finally reached an incomplete parastrophe arrangement, some of them turned several times, while still on the upper cell wall, to its side from the horizontal position. The chloroplast remained so for 0,5 to 3 mins. and then returned to the normal horizontal position. It is not known, whether this is a normal though uncommom phenomenon or whether this kind of movement is caused by some defect in the cell.

Discussion

The method of reducing time has long been applied successfully for solving different problems in cellphysiology. Its application in investigating phototactic chloroplast movements gave also interesting results. The lack of a constant direction of motion as well as the numerous changes of the ways and rapidity make a set of hitherto unkown facts which will have to be considered in the future theory of the mechanism of phototactic movements.

The numerous and irregular changes in the direction and in rapidity of chloroplast movements are similar to though much slower than the creaping movement of protoplasm (Glitschebewenug). Nevertheless it is possible that both these processes are in some way related to each other.

TABLE I

The rapidities of chloroplast movements in the phototactic reactions

Material	Rapidity μ/sec.	Autor	
Mesocarpus	0,014	Senn 1908	The movement of the outer part of chloroplast
Funaria	0,008	Senn 1908	Para — epi. reaction
Striatella	0,120	Senn 1908	The movement to systrophy
Lemna	0,066	This paper	Epi—para. reaction. Average rapidity
Lemna	0,310	This paper	Epi—para. reaction. Maximal rapidity

The average rapidity of phototactic chloroplast movements was given by Senn (1908). He divided the distance travelled by a chloroplast (in a straight line) by the duration of the reaction and obtained values given in Table I. The values obtained in the course of the present work are somewhat higher. This is easily explained if it is considered that chloroplast ways are much longer in reality than Senn assumed.

TABLE II

The rapidities of chloroplast movements in the rotation of protoplasm

Material	Rapidity μ/sec.	Autor
Nitella	50 — 60	Lambers 1925
Nitella	45 — 50	Umrath 1934
Vallisneria	2 — 17	Jurisic 1925
Elodea	4 — 5	Beikirch 1925
Elodea	5,5 — 6	Zurzycki 1951

The rapidities in Table I are, more or less, in mutual agreement, and differ distinctly from the rapidities of rotary chloroplast movements (Table II).

SUMMARY

Phototactic chloroplast movements in epistrophe-parastrophe reaction were analysed in *Lemna trisulca*. The method used consisted on reducing time. It was found that:

1. Nearly all chloroplasts which are in the horizontal arrangement are in motion from the very begining of the reaction.

2. The way of each chloroplast is very complicated and its direction changes constantly.

3. The rapidity of the movement changes constantly and there are no periodic changes or rhythm in the movement. The average rapidity is 0,066 and maximum 0,31 μ/sec.

4. In some cases temporal correlativity in the direction of movement and rapidity changes may be observed in neighbouring chloroplasts.

Acknowledgements.

The authors wish to express their sincere gratitude to Prof. Dr F. Górski, Director of the Department of Plant Physiology U. J. for his valuable advice and criticism, and to Prof. Dr Z. Grodziński, Director of the Department of Comparative Anatomy and Dr A. Pigoń for the permission to use the microkinematographic apparatus and for their kind help in the course of this work.

Laboratory of Plant Physiology
Jagiellonian University. Kraków

LITERATURA

1. Beikirch H., 1925. Die Abhängigkeit der Protoplasma-strömung von Licht und ihre Bedingtheit durch andere Faktoren. Bot. Arch. *12*. 389—445.
2. Jurisic P., 1925. Die Geschwindigkeitsänderung der Protoplasmaströmung in den Pflanzenzellen. Acta Bot. Inst. Bot. R. Univ. Zagreb. *1*. 25—31.
3. Kuhl W., 1949. Die technischen Grundlagen der kinematischen Zellforschung. Springer, Berlin.
4. Lambers H. R., 1925. The influence of temperature on protoplasmic streaming of *Characeae*. Proc. Akad. Wetensch. Amsterdam. *28*. 340—346.
5. Senn G., 1908. Die Gestalts- und Lageveränderung der Pflanzen-Chromatophoren. Engelmann, Leipzig.
6. Umrath K., 1934. Die Einfluss der Temperatur auf das elektrische Potential, den Aktionstrom und die Protoplasmaströmung bei Nitella mucronata. Protoplasma *21*. 329—334.
7. Voerkel S. H., 1934. Untersuchungen über die Phototaxis der Chloroplasten. Planta *21*. 156—205.
8. Zurzycka A. and Zurzycki J., 1950. The influence of temperature on the phototactic movements of chloroplasts. Acta Soc. Bot. Pol. *20*, 665—680.
9. Zurzycki J., 1951. Wpływ temperatury na ruch plazmy u *Elodea densa*. Acta Soc. Bot. Pol. *21*. 241—264.

Grzyby jako pasożyty grzybów kapeluszowych

Fungi parasiting on mushrooms

KRZYSZTOF BITNER

(Wpłynęło dn. 7. III. 1953 r.)

Praca niniejsza opiera się na spostrzeżeniach terenowych poczynionych głównie w roku 1950 i 1951. Po rozpoczęciu badań okazało się że zjawisko pasożytowania grzybów na grzybach jest dosyć częste, aczkolwiek słabo opracowane naukowo. Literatura dotycząca tego przedmiotu jest niezwykle skąpa i sprowadza się do kilku prac oraz notatek systematycznych. Wobec tego, jak również wobec trudności metodycznych przy badaniu takich gospodarzy jak grzyby niższe, ograniczyłem się wyłącznie do badania grzybów mających wyraźne kapelusze. Tak więc praca niniejsza zawiera notatki o grzybach pasożytujących na grzybach kapeluszowych, mające charakter pierwszych spostrzeżeń, przy czym notatki te dotyczą wyłącznie ciał owocowych grzybów a zupełnie nie obejmują zagadnienia pasożytnictwa na ich grzybni podziemnej. Ze względu na trudności w odróżnieniu grzybów pasożytniczych od saprofitycznych opracowano tutaj wyłącznie formy występujące w naturze, a hodowle ograniczono tylko do pasożytów zebranych w terenie, celem ich określenia systematycznego.

Pierwszą rzeczą jaką starałem się ustalić po rozpoczęciu badań była lista gatunków grzybów pasożytniczych w Polsce. Dane o tym zbierałem przeważnie w czasie mojej pracy zawodowej, badając z ramienia P. I. G. torfowiska. Toteż obserwacje nie obejmują całej Polski, lecz z natury rzeczy ograniczają się do pewnych terenów. Dotyczą one głównie terenu Puszczy Piskiej na Mazurach, okolic Zakopanego, Warszawy i Kotliny Kłodzkiej. Na załączonej mapce (ryc. 1) przedstawiłem miejscowości w których czyniłem obserwacje. Znalezione pasożyty oznaczałem przy pomocy mikroskopu na miejscu znalezienia, przy czym pobierałem próbki (konserwując je w formalinie) z wszystkich form owocowania, celem poczynienia ewentualnych badań kontrolnych w Warszawie. O ile znaleziony pasożyt nie był mi znany, przeprowadzałem hodowle umiesz-

cząjąc owocnik grzyba wraz z pasożytem w krystalizatorze i czyniąc na nim periodyczne obserwacje. W niektórych wypadkach starałem się także wywołać sztuczne zakażenia. Opisy odpowiednich doświadczeń zamieszczam przy omawianiu gatunków. Zbierając pasożyty notowałem oprócz czasu i miejsca znalezienia, także siedlisko w jakim zostały one znalezione oraz ogólną przynależność systematyczną gospodarza. Szczegółowe



Rys. 1 — Mapka rozmieszczenia badań; 1 — Pogóbie; 2 — Głodowo, 3 — Faryny; 4 — Bagnowo; 5 — Klimaszewnica; 6 — Klębów; 7 — Kurozwęki; 8 — Zakopane; 9 — Dolina Małej Łąki; 10 — Międzygórze; 11 — Długopole Zdrój; 12 — Duszniki Zdrój. (1—4 Puszcza Piska; 8—9 okolice Zakopanego; 10—12 Kotlina Kłodzka).

określenie gatunków gospodarzy dla poszczególnych pasożytów odłożyłem na później, ale niestety nie udało mi się tego ustalić. Dobrze mi znane, epidemicznie występujące gatunki określałem w trakcie badań — po dosyć wyraźnych cechach makroskopowych. Jedynie wypadki wątpliwe oraz pierwszy raz znalezione gatunki zbierałem do określenia mikroskopowego. Gatunek nowo znaleziony opisywałem podając jego cechy morfologiczne makro- i mikroskopowe, rozwój i tworzenie nowych form owocowania oraz wykonywałem rysunki. Opisy diagnostyczne i synonimika oparte są na literaturze, głównie według M i g u l a — Kryptoga-

menflora von Deutchland. Opis rozwoju i inne szczegóły podane są zgodnie z własnymi obserwacjami. Wszystkie rysunki są oryginalne, wykonane za pomocą aparatu rysunkowego Abbe'go.

Badania nad grzybami pasożytniczymi zostały zapoczątkowane już dawno, ze względu na znaczne szkody jakie wyrządzają one gospodrce ludzkiej. Jednakże badania te ograniczały się przeważnie do pasożytów roślin wyższych. Badania grzybów jako pasożytów grzybów wyższych nie były nigdzie przeprowadzane na większą skalę. Rozwój mykologii, a szczególnie mykologii przemysłowej, stawia jednak ten problem przed nauką. Dotychczasowe wiadomości jakie posiadamy o grzybowych pasożytach grzybów pochodzą przeważnie od systematyków, którzy w czasie swoich badań notowali pojawy grzybów pasożytniczych. Pierwszym etapem tych badań, rozpoczynającym się około r. 1820, było poznawanie i opisywanie gatunków. Badania rozpoczął jako jeden z pierwszych Ehrenberg w r. 1818, ogłaszając epokową dla mykologii pracę o koniugacji u *Syzygites megalocarpa* Ehr., obecnie zwanego *Sporodinia grandis* Link (Hryniewiecki B. 1949). Oprócz niego do poznania pasożytów przyczynili się szczególnie: De Bary, Fresenius, Van Tieghem, Brefeld, Link, bracia Tulasne i wielu innych. Niektórzy, a szczególnie nowsi badacze, starali się zjawisko pasożytnictwa na grzybach wyodrębnić i publikowali bardziej szczegółowe obserwacje. Dla Polski mamy jedynie wiadomości pochodzące z zapisków systematycznych.

Jednym z pierwszych badaczy, który zwrócił uwagę na zjawisko pasożytnictwa na grzybach, był wrocławski badacz Schröter, ogłaszający w roku 1886 pracę pt.: „Über die auf Hutpilzen vorkommenden Mucorineen". Ponadto uwzględnia on je w swoim dziele: „Die Pilze Schläsiens", wydanym w roku 1889—1908. Nowszym badaczem był berliński uczony E. Ulbrich, zajmujący się raczej teratologią grzybów, ogłaszający w r. 1926 obszerną rozprawę pt.: „Bildungsabweichungen bei Hutpilzen". Ponadto ogłosił on szereg drobniejszych prac na ten sam temat. Na terenie Polski oprócz wyżej wymienionego Schröter'a notowali swe spostrzeżenia: Stecki, Wodziczko, Rouppert, Stec-Rouppertowa, Henning, Dominik, Teodorowicz i inni. Podawali oni wyłącznie króciutkie notatki odnośnie czasu i miejsca znalezienia pasożyta. Bardziej szczegółową notatką jest ogłoszona przez W. Zabłocką w r. 1931 pt.: „Über Boletus parasiticus Bull, und Pisolithus arenarius Alb. et Schw. aus der Umgebung von Kraków". Poza tym w r. 1937 K. Zaleski i T. Trampler ogłosili pracę pt. „O dziwacznych formach rydza (*Lactaria deliciosa* L.) z Karpat Wschodnich". Oprócz tych dwu szczegółowszych prac, w literaturze polskiej nie mamy żadnych innych opracowań.

Zagadnienia systematyczne

Badanie grzybów pasożytujących na grzybach utrudnia niezmiernie ich często niewyjaśnione stanowisko systematyczne. Skomplikowana synonimika daje się stosunkowo łatwo ustalić na podstawie literatury i określenie grzyba posiadającego prosty cykl rozwojowy nie przedstawia trudności. Natomiast badanie gatunków posiadających kilka różnych form owocowania napotyka często na prezszkody.

Według danych z literatury grzyby pasożytujące na grzybach występują we wszystkich grupach systematycznych, poczynając od pragrzybów, poprzez pleśniaki, workowce, podstawczaki, aż do grzybów niedoskonałych. Znalezione przeze mnie gatunki należą do *Mucorales, Pyrenomycetes* i *Hyphomycetes*. Nie znalazłem jedynie przedstawicieli klasy *Basidiomycetes*. Wśród *Phycomycetes* szczególnie dużą ilością gatunków pasożytniczych odznacza się rząd *Mucorales*. Oprócz gatunków występujących na grzybach kapeluszowych istnieje duża grupa pasożytująca na tzw. „pleśniach" (pojęte w popularnym znaczeniu). Należą tutaj gatunki takich rodzai jak np.: *Chaetocladium, Piptocephalis, Syncephalis, Mucor* i inne. Z *Ascomycetes* dużo pasożytów znajduje się w rzędzie *Pyrenomycetales*. Należy tutaj szczególny rodzaj *Hypomyces*, który szerzej omówię. Wśród *Basidiomycetes* ilość gatunków pasożytniczych jest specjalnie mała. Są nimi: *Collybia tuberosa* (Bull.) Fr., *Marasmius sclerotipes* Bres., *Nyctalis parasitisa* Fr., *N. asterophora* Fr., *N. nauseosa* Weinm., i *Boletus parasiticus* (Bull.) Fr. Gatunki zaliczane do *Fungi Imperfecti* są jak wiadomo formami owocowań konidialnych grzybów należących przeważnie do *Ascomycetes*.

Wśród gatunków spotkanych przeze mnie największą grupę obok *Mucorales* stanowią przedstawiciele rodzaju *Hypomyces*. Workowce te, oprócz formy doskonałej wytwarzają postacie owocowania konidialnego, często 2 rodzajów. Często owocują one tylko w postaci konidialnej nie wytwarzając wcale, lub bardzo rzadko wytwarzając peritecja. Dlatego ich formy owocowania konidialnego były opisywane pod osobnymi nazwami rodzajowymi i gatunkowymi i zaliczane do *Fungi Imperfecti*. Niekiedy udało się skorelować wszystkie formy owocowania, czasem jednak takich danych nie mamy. Rodzaj *Hypomyces* wyodrębnia się wśród innych workowców swoimi właściwościami. Prawie wszystkie gatunki do niego zaliczane pasożytują wyłącznie na grzybach. Należy on do klasy *Ascomycetes*, poklasy *Euascomycetes*, rzędu *Pyrenomycetes*, rodziny *Hypocreaceae*. Wytwarza on jedną, dwie, lub trzy formy owocowań. Są nimi:

1. Owocowanie doskonałe w postaci worków umieszczonych w peritecjach. Czasami występuje jedynie ta forma owocowania, czasami

oprócz niej wytwarzają się owocowania konidialne i wreszcie niekiedy w ogóle owocowanie workowe nie rozwija się, a znamy je tylko z rzadkich wypadków.

2. Owocowanie konidialne w postaci grubościennych zarodników przetrwalnikowych — chlamydospor. Są one często opatrzone kolcami lub brodawkami i są jedno-, dwu-, lub wielokomórkowe (S o r a u e r). Chlamydospory jednokomórkowe dotychczas nazywamy *Sepedonium*, dwukomórkowe — *Mycogone* i wielokomórkowe — *Blastotrichum*.

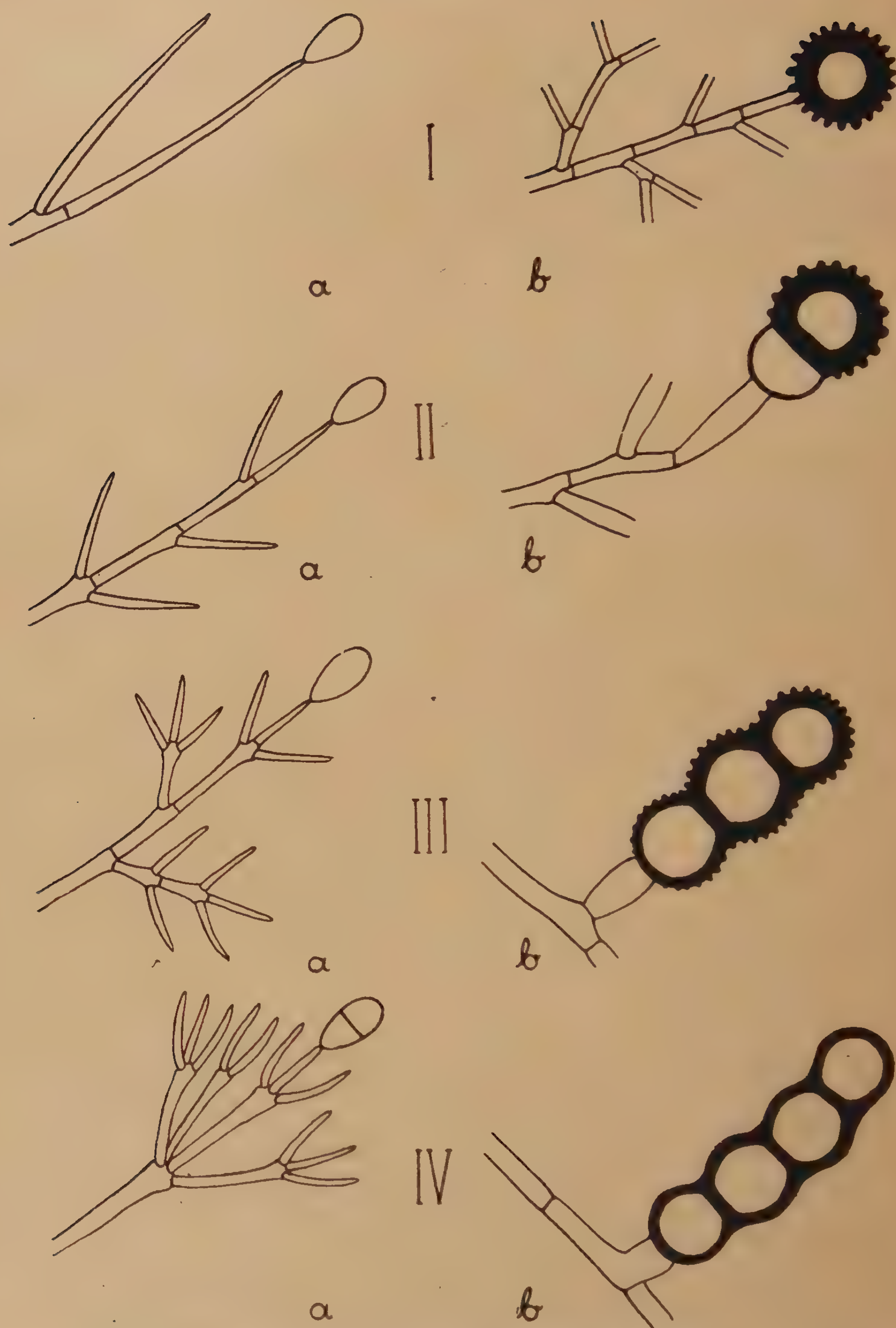
3. Owocowanie konidialne w postaci cienkościennych zarodników roznoszonych przez wiatr — konidii (sensu stricto). Są to gładkie, jedno-, dwu-, lub wielokomórkowe, cienkościenne zarodniki, umieszczone na różnego rodzaju konidioforach, zwane *Verticillum* (jedno-), *Diplocladium* (dwu-), i *Dactylium* (wielokomórkowe).

Jest rzeczą charakterystyczną, że wraz z postępującym skomplikowaniem budowy konidii, wzrasta skomplikowanie budowy chlamydospor. Zależność tę starałem się zobrazować na załączonej tabeli w paru przykładach. Formy owocowań narysowane są schematycznie.

Występowanie 3 form owocowania i związanych z tym 3 nazw gatunkowych stwarza trudności tym większe, że niejednokrotnie niektóre formy owocowania nie posiadają odrębnych nazw gatunkowych. Tak np. *Hypomyces chrysospermus* nie posiada odrębnej nazwy dla owocowania konidialnego, mimo, że jego chlamydospory znane są pod nazwą *Sepedonium chrysospermum*. W niniejszej pracy umieszczam opisy form workowych łącznie ze stadiami konidialnymi, podając nazwy tych ostatnich o ile są one znane w literaturze. Jako *Fungi imprfecti* opisuję te tylko grzyby, które jeszcze nie są znane ze swych stadiów workowych. Korelację 3 nazw gatunkowych zamieszczam poniżej:

Nazwy owocowania:

workowego	chlamydosporowego	konidialnego
Hypomyces chrysospermus	Sepedonium chrysospermum	—
Hypomyces lateritius	Mycogone perniciosa	—
Hypomyces Linkii	Mycogone rosea	—
Hypomyces ochraceus	Blastotrichum puccinioides	Verticillum agaricinum
Hypomyces aurantius	—	Diplocladium minus



Rys. 2 — Rozwój from owocowania konidialnego u rodzaju *Hypomyces* (a — konidia, b — chlamydospory). I — *H. chrysospermus;* II — *H. Linkii;* III — *H. ochraceus;* IV — *H. aurantius.*

OPISY GATUNKÓW

Sporodinia (Link 1837) Tulasne 1855

Grzybnia wegetatywna pogrążona w substracie, jednokomórkowa lub z poprzecznymi przegródkami. Grzybnia powietrzna składa się ze skupień sporangioforów i zygoforów oraz z bezpłodnej grzybni powietrznej. Sporagionośne i zygoforonośne strzępki utworzone są jednakowo; składają się z mięsistych pełzających lub wzniesionych strzępek, które w pobliżu wierzchołka są wielokrotne dichtomicznie rozgałęzione (do 5—7 rzędu). Błona tłusta skutynizowana. Błona sporangii nie jest inkrustowana, dzięki czemu rozpuszcza się w wodzie. Spory duże, zabarwione. Strzępki kopulujące położone naprzeciwko.

Istnieje tylko 1 gatunek, będący warunkowym pasożytem grzybów podstawkowych. Jest on rozprzestrzeniony na całym świecie. W Polsce stosunkowo często spotykany.

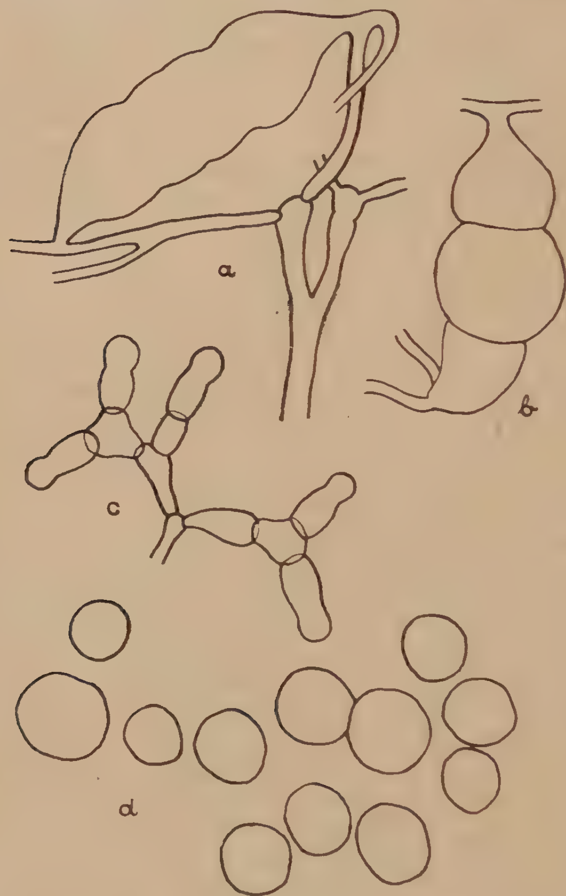
Sporodinia grandis Link 1823

Mucor aspergillus Pers., *M. flavidus* Pers., *Aspergillus maximus* Link 1818, *Syzygites megalocarpus* Ehrenberg 1818, *S. m.* Wallroth 1833, *S. aspergillus* (Scopoli) Pound 1894, *Sporodinia dichtoma* Corda 1837, *S. aspergillus* (Schrank) Schröter 1886, *S. a.* (Scopoli) Schröter 1887, *S. Bellemontii* (Montage 1859) Berlese & de Toni 1888, *S. megalocarpus* (Fries) Lind 1913).

Sporangiofory początkowo wzniesione, później położone, znajdują się w szarej, później brunatnej, wełnistej, zwykle dobrze rozrośniętej grzybni, 1—3 cm wysokie, od połowy 5- do 6-cio krotnie dichotomicznie rozgałęzione, później u podstawy gałązek ze ściankami poprzecznymi. Sporangia jednakowe, kuliste, wielozarodnikowe, dojrzałe czarno-brunatne, z półkulistą, bezbarwną, gładką lub nieregularnie brodawkowaną kolumellą i bezbarwną, cienką, łatwo rozpływającą się błoną. Zarodniki bardzo różnej wielkości i bardzo różnie ukształtowane, kuliste, elipsoidalne, lub zupełnie nieregularne, 11 do 70 μ długości, z gładką, grubą, brunatną błoną. Zygofory wzniesione, 2—3 cm wysokie, wielokrotnie rozgałęzione i w końcu wydłużone w gałązki zaostrzone długo-szydłowato, brunatne, z licznymi ściankami poprzecznymi. Zygospory liczne na jednym zygoforze, lecz tylko dojrzewają 2—6, kuliste lub beczkowate, przeszło 300 μ wielkości, z grubym, brunatnym, mającym liczne tępo stożkowate zagłębienia, exosporium. Z tych zagłębień sterczą masywne brodawki, utworzone z grubego, bezbarwnego endosporium, zapełniając je. Z kiełkującej zygospory rozwija się sporangiofor lub mycelium.

Sporodinia grandis jest jak już wspomniano pasożytem warunkowym występującym na rozkładających się grzybach a czasami także na innych podłożach organicznych. Jeżeli chodzi o gatunki grzybów-gospodarzy, to nie jest ona wybredna, chociaż nie występuje na grzybach zdrewniałych (hubach). Na stanowiskach występuje zarówno w fazie tworzenia zygospor jak i sporangii. Daje się bardzo łatwo hodować. W krystalizatorze grzyb rośnie bardzo dobrze, opanowując szybko nowe partie

owocnika gospodarza. Pierwszą fazą jest tworzenie bezbarwnych strzępek, które w przeciągu 2—3 godzin rozwidlają się dichotomicznie-drzewkowato na szczycie, a tam, między strzępkami tworzą się liczne zygoty. Na jednym silnie rozgałęzionym zygoforze tworzy się do 10—15 zygot. Partia pasożyta z zygotami jest barwy jasno cielistej, przy czym w końcu wygląda ona jak kłaczki waty. Po wytworzeniu zygot grzybnia szyb-



Rys. 3. *Sporodinia grandis* Link; a — tworząca się zygota na zygoforze; b — zygota; c — sporangia na sporangioforze (widać tylko kolumelle); d — sporangiospory.

ko szarzeje i na rozwidlonych dichotomicznie strzępkach tworzą się sporangia. Partia grzybni z zarodnikami jest barwy ciemno szarej aż do prawie czarnej. Następnie zarodnie giną i owocnik gospodarza ulega rozkładowi gnilnemu, przy czym pasożyt wytwarza „brodę" barwy jasno szarej, składającą się z grzybni powietrznej do 5 cm długości.

Sztuczne zakażenia *Sporodinia grandis* udają się łatwo. Jeśli umieścić zdrowy i porażony grzyb w 1 krystalizatorze, to po 3 dniach *Sporodinia* wytwarza owocowania na grzybie początkowo zdrowym, aczkolwiek rośnie na nim nieco słabiej niż na egzemplarzach porażonych w naturze.

Wymagania ekologiczne *S. grandis* nie są wysokie. Pojawia się ona zarówno w okresach wilgotnych jak i suchych, jednakże tylko w miesiącach letnich i wczesną jesienią. Najchętniej rozwija się na grzybach porażonych przez innego pasożyta — grzyba (bardzo często), albo na grzybach ulegających rozkładowi bakteryjnemu. Kończy swój rozwój z chwilą zupełnego rozkładu gnilnego gospodarza.

Sporodinia grandis występuje w całej Europie. W Polsce po raz pierwszy znalazł ją Schröter na terenie Śląska. Przeze mnie została znaleziona w 13 wypadkach, w tym w 8 na *Russula sp.*, 3 — na *Boletus sp.*, 2 — na *Lactarius sp.* (w tym 1× na *L. deliciosus).*

(Stanowiska: Stecki, Góra Posadzka — Podkarpacie; Wodziczko, Niegłowice pow. Jasło; Rouppert, Czesław pow. Wieliczka; Stec-Rouppertowa, Muszyna — Podkarpacie 20. 8. 1935; Schröter Śląsk; Bitner: Bagnowo Małe w Puszczy Piskiej 27, 28, 29. 7. 1950, Klimaszewnica pod Grajewem 17. 9. 1950, Duszniki-Zdrój w Kotlinie Kłodzkiej 21. 8. i 6. 9. 1951.

Spinellus Van Tieghem 1875

Bezpłodna grzybnia powietrzna występuje zawsze (za wyjątkiem *S. macrocarpus*); sporangiofory nie rozgałęzione, oddzielnie stojące, wzdęte w części podstawowej, podzielone, z tłustą, zabarwioną błoną, odznaczające się w suchym stanie metalicznym połyskiem; przy przejściu w trzonek rozszerzone w apofizy. Błona sporangii rozpływa się w wodzie. Spory zabarwione, łupkowo-szare lub brunatne. Organizmy jednopienne, izogamiczne lub anizogamiczne. Bezwzględne pasożyty grzybów kapeluszowych.

Według Naumow'a istnieje 5 gatunków rodzaju *Spinellus*, z których wszystkie są pasożytami grzybów kapeluszowych, występując na całym świecie. W Polsce znaleziono dotychczas 2 gatunki: *S. macrocarpus* i *S. fusiger.*

Klucz do oznaczania gatunków w/g Naumow'a:

1. Istnieje bezpłodne mycelium powietrzne, pokrywające wraz ze sporangioforami substrat; przejawia się skłonność do tworzenia zygot 2
1. Brak bezpłodnego mycelium powietrznego, zygospory nieznane, spory w większej części szeroko-wrzecionowate z zaostrzonymi końcami 33—55 × 15—20 μ . . . . *S. macrocarpus* (Corda 1837) Karsten 1878
   2. Spory kuliste, średnio 10 μ średnicy . . . . *S. sphaerosporus* Van Tieghem 1875
   2. Spory eliptyczne lub wrzecionowate 3
   3. Spory 19—28 × 4,5—7 μ wydłużono-eliptyczne; gatunek heterogamiczny. . . . . *S. chalybaeus* (Dozy et Molk) Vuillemin 1904
   3. Spory znacznie większe 4
      4. Spory wydłużono-elipsoidalne, 50—60 × 13—15 μ zygospory 70—80 × 55—60 μ . . . *S. gigasporus* Cooke & Massee 1889
      4. Spory wązko-wrzecionowate lub wydłużono-eliptyczne 32—44 × 9—14; zygospory (180)—400—650 μ średnicy . . . . *S. fusiger* (Fries 1829) Van Tieghem 1875

Gatunki rodzaju *Spinellus* zaliczane były przez dawniejszych systematyków do rodzaju *Mucor*. Schröter w 1889 r. wyodrębnił je w podrodzaj, a Fischer (1892) i Lenoner ponownie wyosobnili je w specjalny rodzaj, utworzony jeszcze przez Van Tieghem'a.

Spinellus macrocarpus (Corda 1839) Karsten 1878



Rys. 4. *Spinellus macrocarpus* Karst.; a — koniec sporangioforu z kolumellą i zarodnikami 100×; b — sporangiospory 300 ×

(*Mucor macrocarpus* Corda 1839; *Spinellus rhombosporus* (Ehrenberg 1818) Pound 1894).

Znane jest tylko mycelium odżywcze, z którego tworzą się nierozgałęzione, 5—15 mm wysokie, prosto wzniesione, u podstawy rozszerzone, ku górze zwężające się, w końcu brunatne sporangiofory w postaci gęstej pleśni. Sporangia kuliste, 220 × 160 μ, w końcu błyszcząco-czarne z bezbarwną, gładką, rozpływającą się błoną i wysoko-sklepiono-cylindryczną, półkulistą lub gruszkokształtną, żółtawą, gładką lub delikatnie siateczkowaną kolumellą. Zarodniki wrzecionowato-czółenkowate, zaostrzone, 34—50 × 15—20 μ, brunatne i gładkie. Bezwzględny pasożyt grzybów kapeluszowych.

Spinellus macrocarpus, jak wszystkie gatunki tego rodzaju, jest bezwzględnym pasożytem grzybów kapeluszowych, występującym

szczególnie chętnie na drobnych grzybach blaszkowych, jak np. *Mycena* i jej podobne. Porażone egzemplarze gospodarza nie ulegają początkowo rozkładowi, dzięki czemu zachowują jędrność, a ich kapelusze wyglądają jak poduszeczki z wbitymi w nie szpilkami. Na zerwanym i umieszczonym w krystalizatorze grzybku pasożyt rośnie dobrze, tworząc liczne nowe zarodnie, podczas gdy owocnik gospodarza rozkłada się powoli. Wielkość zarodników *S. macrocarpus* wynosi: 34—41—47 × 11—17—18 μ.

Pasożyt powinien jak się zdaje występować na terenie całego kraju na wiosnę, w lecie i jesieni. Znany jest on z terenu Czechosłowacji (K. Cejp 48) gdzie jest dosyć częsty, Niemiec, Holandii, Francji, Szwajcarii i Północnej Ameryki.

[Stanowiska: Schröter, Dolny Śląsk, w maju, na *Agaricus (Mycena) sanguinolentus;* Bitner, nad jeziorem Sarg pod Mrągowem; 27, 8. 1950 w wilgotnych liściastych zaroślach, na kapeluszu drobnego grzybka prawdopodobnie z rodzaju *Psathyra.*]

Spinellus fusiger (Link 1824) Van Tieghem 1875

[*Mucor fusiger:* Link 1924, Fries 1829, Berkeley 1826, Rabenhorst 1844, Berkeley 1869, Die Bary & Woronin 1866, Tulasne 1867, Zimmerman 1871; *Spinellus rhombosporus* Vuillemin 1904, 1905.]

Grzybnia powietrzna w postaci grubego, brunatnego, filcowatego nalotu na substracie, podzielona, zwykle opatrzona pojedyńczymi lub po 2 do 4, 15—150 μ długimi i około 11 μ grubymi, cierniowatymi gałązkami. Grzybnia odżywcza delikatna, w podłożu. Sporangiofory tworzą się na grzybni powietrznej, nierozgałęzione, 1—6 mm wysokie, prostostojące, u podstawy rozszerzone, w końcu brunatne, gładkie. Sporangia kuliste, duże, do 300 μ średnicy, czarne, z delikatną, gładką, bezbarwną, szybko rozpływającą się błoną i wielką, wysokosklepioną, półkulistą, gładką, czarno-brunatną kolumellą. Zarodniki wązko wrzecionowate, na końcach zaokrąglone, czasami jednostronnie spłaszczone, 32—42 μ długości i 9—14 μ szerokości, brunatne lub niebiesko-czarne, gładkie. Zygospory na grzybni powietrznej, kuliste lub beczkowate, 180—400 μ grubości, ciemno-czarno-brunatne, nazewnątrz drobno i gęsto brodawkowane. Suspensory mocno nadęte, niewiele cieńsze od zygospor. Bezwzględny pasożyt grzybów kapeluszowych.

S. fusiger występuje na zupełnie podobnych stanowiskach jak i *S. macrocarpus*. Osobiście go nie znalazłem, toteż nie mam własnych obserwacji co do jego rozwoju. Jedyny egzemplarz jaki miałem, został znaleziony w Międzygórzu, pow. Bystrzyca Kłodzka, woj. Wrocławskie, w 2-ej połowie sierpnia, w wilgotnym lesie mieszanym, na egz. *Mycena sp.* Obok siebie, w odległości 5—10 cm występowały 3 porażone egzemplarze tego grzyba. Długość sporangioforów wynosiła ok. 6 mm. Sporangia zgniecione; zarodniki wrzecionowate, z tępymi końcami, wielkości: 38—42 × 9—10 μ.

S. fusiger znajdywany był także w Czechosłowacji, co podaje w swojej notatce K. C e j p (48). Ponadto znane są jego stanowiska we Francji, Holandii i Północnej Ameryce.



Rys. 5 — *Spinellus fusiger* (L i n k) V a n T i e g.; a — kolumelle na sporangioforach 100 ×; b — sporangiospory 300 ×.

(Stanowiska: S h r ö t e r, Dolny Śląsk, w maju, wrześniu i październiku na *Collybia dryophilus* i *C. fusipes:* H e n n i n g, Płochocin pow. Świecie w 1890 r., na „przegnitym kapeluszu *Agaricus sp.*"; S k i r g i e ł ł o, Międzygórze w Kotlinie Kłodzkiej, sierpień 1950, na *Mycena sp.*).

M o r t i e r e l l a C o e m a n s 1800

Grzybnia powietrzna delikatna, pajęczynowato-wojłokowata, przeważnie bezbarwna, czasem jak i inne części nabywa ciemnej barwy wyciągając substancje barwnikowe z podłoża. Sporangiofory oddzielne, pojedyncze albo zebrane w pęczki przeważnie prostostojące, u podstawy często rozdęte, nierzadko posiadające rozgałęzienia w kształcie rizoidów lub kulisto rozszerzone bańkowate przydatki. Rozgałęzienia, jeśli istnieją, są rozmaitego rodzaju: monopodialne (kiściowate, dichoto-

miczne) i sympodialne. Sporangia bez kolumelli, z otoczką rozpływającą się w wodzie. Kopulujące strzępki zgięte, prawie przylegające jedna do drugiej. Chlamydospory interkalarne w podłożu, a także na osobnych sporoforach na mycelium powietrznym, terminalne (stylospory).

Rodzaj *Mortierella* obejmuje w/g Naumowa 33 do 39 gatunków przeważnie saprofitycznych. Wśród nich szereg gatunków (około 5), występuje na grzybach. Są nimi: *M. candelabrum* Van Tieg., *M. Bainieri* Cost., *M. nigrescens* Van Tieg, *M. minutissima* Van Tieg., oraz *M. capitata* March. Znaleziony przeze mnie grzyb odpowiada — wymiarami swoich sporangioforów, sporangi i zarodników — najbardziej opisowi *M. candelabrum* Van Tieghem & Le Monnier 1873, *varietas depauperata* Marchal 1891.

Mortierella candelabrum Van Tieghem & Le Monnier 1873.

Sporangiofory 750 μ wysokości, około 50 μ grubości, posiadają w dolnej części jedną lub kilka pionowo odchodzących gałązek, podnoszących się łukowato, na których tworzą się gałązki następnych rzędów, do 4-go. Główne sporangia 66 μ średnicy; spory 4—6—10 μ średnicy, najczęściej kuliste. Istnieją 2 odmiany:

I. *varietas depauperata* Marchal 1891; mniej rozgałęzień, spory bardziej jajkowate. II. *varietas minor* Grove 1885; sporangiofory 200—300 μ wysokości, spory ściśle kuliste 10—12 μ średnicy.

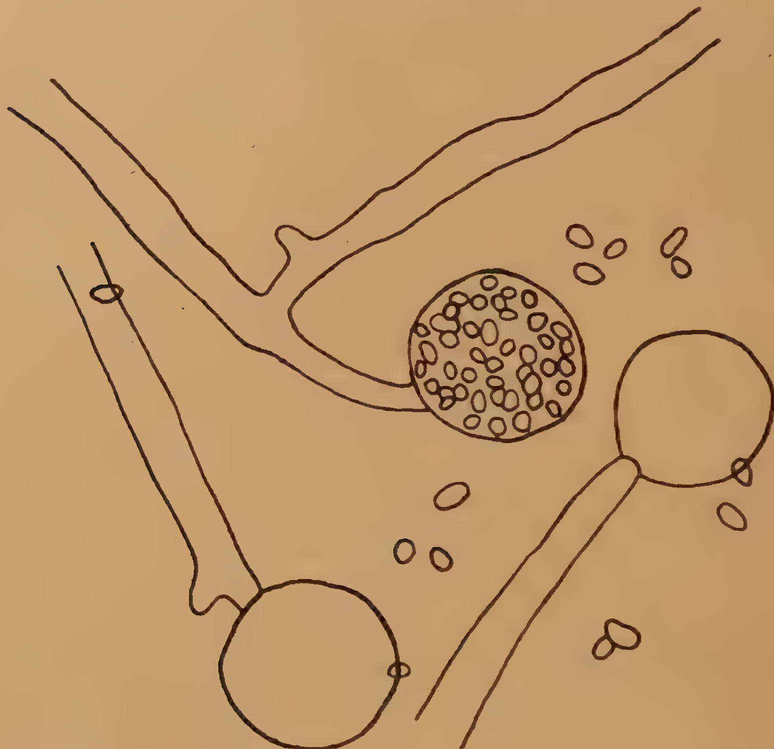
Mortierella candelabrum wystąpiła płatami na dolnej i górnej stronie kapelusza, tworząc pilśniowaty, lśniący, bardzo lekko kremowy w centrum nalot o niedużej grubości. Kapelusz gospodarza pomarszczony wskutek suszy, niezdeformowany, gnijący. Mikroskopowo grzyb tworzy liczne sporangia osadzone na silnie rozgałęzionych sporangioforach grubości (przy sporangium) ok. 12,7 μ. Sporangia kuliste, bez kolumelli, z trwałą, nierozpływającą się błoną, około 43 μ średnicy. Spory owalne, bezbarwne, gładkie, wielkości: 5—8—9 × 4—5—6,5 μ.

M. candelabrum w Polsce była znajdywana jedynie przez Schrötaera na Śląsku na gnijących substancjach, a szczególnie grzybach kapeluszowych pokrewnych rodzajowi *Amanita*, mianowicie na: *Amanita muscaria, A. bulbosa* i *Lepiota procera*. Przeze mnie została ona znaleziona dwukrotnie 18. 9. 1950 w Klimaszewnicy pod Grajewem na egz. *Amanita sp.*

Hypomyces Fries.

Wełnista lub filcowata stroma utworzona jest z wyraźnych strzępek; pogrążone w niej lub siedzące na niej owocniki są kuliste z mniej lub bardziej wydłużonym ujściem. Peritecja miękkie, mocne, białawe lub żywo zabarwione. Worki cylindryczne do lancetowatych. Lancetowate askospory najczęściej są na obu końcach za-

ostrzone, w stanie dojrzałym dwukomórkowe, bezbarwne do lekko brunatnawych. Parafiz brak. Owocniki workowe — rzadko kiedy wykształcane — posiadają zawsze jako uboczne formy owocowania konidia i najczęściej także chlamydospory o żywym zabarwieniu, które to formy są opisywane pod najrozmaitszymi nazwami gatunkowymi.



Rys. 6 — ***Mortierella candelabrum*** **Van Tieg. & Le Mon.** ***varietas depauperata*** Marchal; sporangia na sporangioforach i sporangiospory; 300 ×

Rodzaj *Hypomyces* obejmuje około 17 gatunków (Migula i Oudemans). Gatunki te występują przeważnie pasożytniczo na grzybach, a tylko kilka na innych podłożach roślinnych. Spośród gatunków *Hypomyces* występujących na grzybach, wiele jest bardzo groźnymi pasożytami grzybów kapeluszowych. Wśród nich najgroźniejszymi są: *H. ochraceus* występujący na grzybach blaszkowych, szczególnie na gatunkach *Russula*, *H. chrysospermus* pasożytujący szczególnie chętnie na gatunkach *Boletus*, *H. lateritius* (= *H. deformans)* powodujący zanik hymenium mleczajów *(Lactarius sp.)* oraz *H. Linkii* występujący na gatunkach *Amanita* i im pokrewnych; mniej groźnym pasożytem jest *H. aurantius* pasożytujący na grzybach nadrzewnych. Rzadkimi gatunkami są: *H. torminosus* pasożytujący na *Lactarius torminosus*, *H. viridis* na

Lactarius i *Russula sp.*, *H. violaceus* na *Fuligo septica* i *H. albidus;* wreszcie gatunkami o charakterze prawie saprofitów są: *H. arachnoideus, H. rosellus* i *H. agaricicolus.*

Jak już wspomniano, formy owocowania workowego wykształcają się rzadko. Czasami — w tych sporadycznych wypadkach gdy peritecja wytworzą się — worki i askospory nie wykształcają się. Natomiast prawie zawsze znane są formy owocowania konidialnego i pasożyt w tej właśnie formie szybko się rozprzestrzeniając wywołuje groźne epifitie. W czasie moich badań, form workowych przeważnie nie spotykałem, oprócz jedynie *H. aurantius* i *H. lateritius*. Toteż szczegółowe opisy pasożytów zamieszczam opierając się na znajomości form konidialnych, a formy workowe opisuję na podstawie literatury, podając ich synonimikę tylko dla zaokrąglenia wiadomości jakie mamy o poszczególnych gatunkach. Spośród powyżej wymienionych gatunków w moich badaniach znalazłem następujące, także znajdywane już poprzednio:

H. chrysospermus	*H. aurantius*
H. ochraceus	*H. lateritius*
H. Linkii	

Oprócz nich w Polsce występują (przeze mnie nie znalezione):

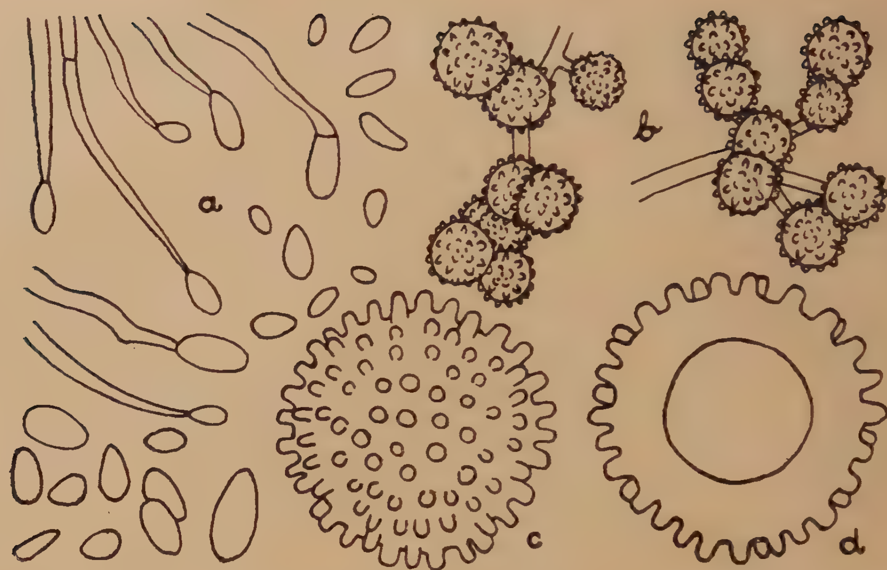
H. cervinus	*H. strigosus*
H. rosellus	*H terminosus*
H. violaceus	*H. viridis*

Hypomyces chrysospermus (Bulliard) Tulasne

[F-my konidialne: *Mucor chrysospermus* Bullird; *Uredo mycophila* Persoon; *Sepedonium mycophilum* Link; ***S. chrysospermum*** **(Bulliard) Fries**].

Gęsto stojące owocniki tworzą się w filcowatej, rozległej stromie; są one kuliste lub jajowate, szerokości około 0,5 mm, z krótkim stożkowatym ujściem. Peridium początkowo bezbarwne, staje się w końcu całkowicie złoto-żółte. Worki cylindryczne, 120—200 μ długości, 10 μ szerokości, ośmio zarodnikowe. Zarodniki zachodzące na siebie, wydłużono-lancetowate, 21—30 μ długości i 5—6 μ szerokości, dwukomórkowe; niższe komórki często dużo mniejsze, prawie cylindryczne, bezbarwne. Tworzy 2 formy owocowania konidialnego: konidia bez odrębnej nazwy oraz chlamydospory zwane *Sepedonium chrysospermum* (Bull.) Fr.

Hypomyces chrysospermus występuje jako pasożyt rozmaitych gatunków grzybów kapeluszowych, szczególnie chętnie porażając gatunki *Boletus*. Charakterystycznym dla niego jest tworzenie na porażonych egzemplarzach grzybów ekscentrycznego w stosunku do trzonka ogniska na wierzchniej i spodniej stronie kapelusza, złożonego początkowo z białej, pilśniowatej darni owocowania konidialnego. Ognisko takie szybko



Rys. 7 — *Hypomyces chrysospermus* (B u l l.) T u l.; a — konidiofory i konidia 300 ×; b — chlamydospory na sporoforach (*Sepedonium chrysospermum*) 300 ×; c — chlamydospora 1700 ×; d — chlamydospora w przekroju optycznym 1700 ×.

się rozszerza przechodząc także na trzonek, przy czym centrum jego staje się prószyste, przybierając barwę złoto-żółtą wskutek wytwarzania się chlamydospor — drugiej formy owocowania konidialnego. W tym stadium ognisko porażenia zajmuje dosyć dużą przestrzeń, wyglądając jak biały pilśniowaty pierścień, otaczający żółte prószyste centrum. W końcu na całym gąbczasto miękkim egzemplarzu grzyba, wytwarzają się chlamydospory pokrywające go żółtą warstwą, przy czym im są one starsze, tym barwa ich staje się bardziej brudno-żółta. Niekiedy w sprzyjających warunkach (duża wilgotność), *H. chrysospermus* tak szybko poraża owocniki gospodarzy, że żółte chlamydospory nie zdążą się jeszcze wytworzyć, podczas gdy cały grzyb jest już pokryty białą pilśnią, wykształconą czasami w postaci białych, dużych (około 1—2 cm średnicy) bąbli wypełnionych żółtawą, przejrzystą cieczą. Także na powierzchni grzybni widać niejednokrotnie żółte kropelki wydzieliny. Z reguły jednak pleśń taka, wskutek wytwarzania chlamydospor, szybko żółknieje. Porażenia wywołane przez *H. chrysospermus* są niezwykle łatwe do makroskopowego odróżnienia od porażeń wywołanych przez inne pasożyty, ze względu na charakterystyczną złocisto-żółtą barwę chlamydospor. Nawet wówczas gdy chlamydospory nie wytworzyły się jeszcze, zawsze można znaleźć ślady żółtego zabarwienia w zagłębieniach między trzonkiem i kapeluszem, lub między blaszkami.

H. Chrysospermus tylko w niezwykle rzadkich wypadkach wytwarza owocowania workowe. W Polsce nie były one dotychczas obserwowane. Tworzy on 2 formy owocowania konidialnego, które mikroskopowo przedstawiają się jako: 1) Konidia (bez osobnej nazwy), wytwarzane pośród rozgałęzionych strzępek na słabo rozgałęzionych konidioforach, jajowate lub kształtu kropli, jednokomórkowe (b. rzadko 2-komórkowe) wielkości: 5—13—23 × 2,5—7—13 μ. 2) Chlamydospory barwy złoto-żółtej; brodawkowane, z grubą błoną, kuliste, osadzone groniasto na krótkich sporoforach wyrastających bocznie z rozgałęzionych strzępek. Wielkość chlamydospor w średnicy: 13—18 μ.

Literatura podaje występowanie *H. chrysospermus* na najrozmaitszych grzybach — głównie na gatunkach *Boletus*. Moje obserwacje są zgodne z tym o tyle, że oprócz nagminnego występowania na gatunkach *Boletus*, pasożyt występuje równie chętnie na *Paxillus involutus*, będac w miesiącach letnich głównym niszczycielem tego grzyba.

W Polsce *H. chrysospermus* znajdowany był często, lecz tylko w formie niedoskonałej. Zgodnie z moimi obserwacjami występuje pospolicie — czasami masowo. Znalazłem go 102 ×, w tym na *Boletus* sp. 58×, *Paxillus involutus* 36 ×, *Lactarius sp.* 3 ×, i na grzybach nieoznaczalnych 5 ×. Występował on od 13. 8. do 23. 10. 1950 i od 6. 8. do 6. 9. 1951 r.

(Stanowiska: S h r ö t e r, Śląsk, maj — listopad; H e n n i n g s, Świecie, 1890 częsty; N a m y s ł o w s k i, Zagórzany — Podkarpacie; R o u p p e r t, Dolina Roztoki, Tuszyna, Rymanów — Podkarpacie; T e o d o r o w i c z, Niechowo koło Gniezna, park pałacowy 14. 7. 1932; B i t n e r: Puszcza Piska (Głodowo, Niedźwiedzi Kąt, Bagnowo Małe), Klimaszewnica pod Grajewem, Tatry (Dolina Małej Łąki, Jaszczurówka, Zakopane — Parcele), Kotlina Kłodzka.

Ojrócz wyżej opisanego typowego rozwoju *Hypomyces chrysospermus*, występuje czasami forma, której rozwój znacznie się różni od typowego. Byłem zmuszony wyodrębnić ją i opisać tymczasowo jako:

Hypomyces chrysospermus forma edulis mihi

Forma ta występuje jak się zdaje wyłącznie na *Boletus edulis*, powodując jego teratologiczne deformacje. Polegają one na wykształceniu narośli na trzonku lub kapeluszu, bądź też wywołują monstrualny wzrost całego owocnika, niezdarzający się nigdy u formy typowej pasożyta. Na nienormalnie zgrubiałym, rozdętym i gąbczastym trzonku wykształca się szczątkowy kapelusik, bądź też nie wykształca się on wcale. Na powierzchni całego owocnika (lub też na jego części opanowanej przez narośl) tworzy się bardzo delikatny, biały nalot strzępek grzyba, zwykle nie owocujących. Chlamydospory wytwarzają się wewnątrz tkanek gospodarza (przeważnie u podstawy trzonka) i są większe niż u formy typo-

wej o około 4 μ. Posiadają one u podstawy niekiedy drugą komórkę jakby typu Mycogone. Wielkość zarodników wynosi w mikronach:

Konidia	*Chlamydospory*	
25,4 × 7,6	22,9	
22,9 × 7,6	21,6	średnio:
17,8 × 10,2	20,3	Konidia 17,3 × 7,1 μ
10,2 × 5,1	17,8	Chlamydospory 20,8 μ
10,2 × 5,1	17,8	

H. chrysospermus forma edulis, niewyodrębniony dotąd w literaturze, został przeze mnie znaleziony łącznie 12 razy: w sierpniu 1950 r. w Puszczy Piskiej i w sierpniu 1951 r. w Dusznikach pod Kłodzkiem. przy czym 20. 8. 1951 zanotowałem, że występuje w dużej ilości.

Definicja

Chlamydspory typu *Sepedonium chrysospermum* wytwarzają się wewnątrz tkanek gospodarza i są większe niż u formy typowej o około 4 μ. Pasożyt powoduje teratologiczne deformacje owocników *Boletus edulis*, polegające na nienormalnym zgrubieniu trzonka i zaniku kapelusza, bądź też na powstaniu narośli na owocniku.

Chlamydosporae typi *Sepedonium chrysospermum* oriuntur intra telas *Boleti edulis*, majores quam ad formam typicam huius fungi ca. 4 μ. Parasitus excitat deformationes teratologicas fructificationum *Boleti edulis* in forma incrassationis stipitis et evanescentiae pilei vel exostosis in fructificatione.

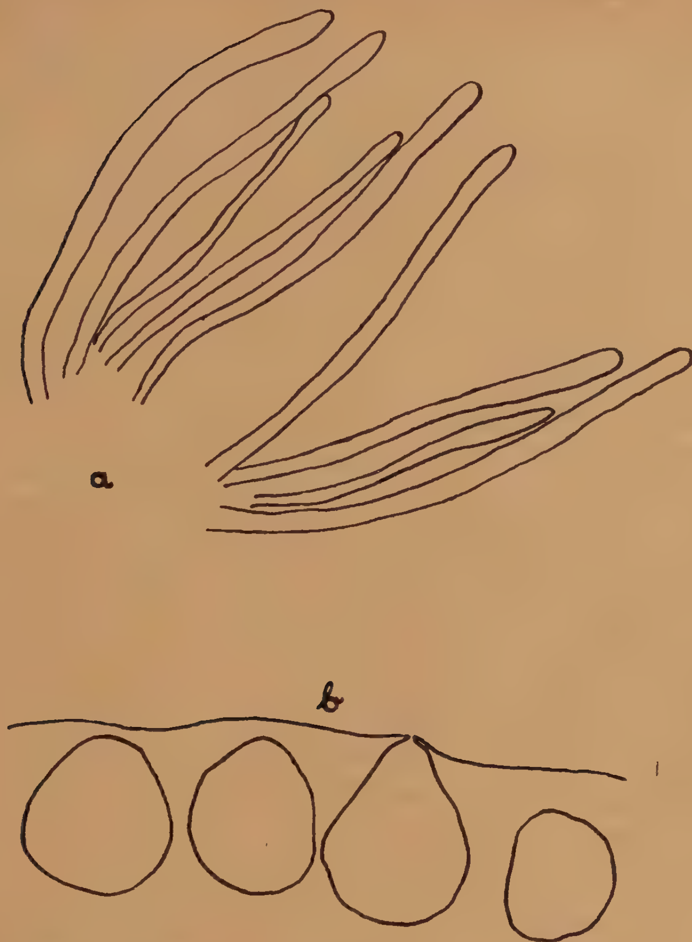
Inveni 12-ies: mense augusto 1950 in silva „Puszcza Piska" et manse augusto 1951 in Duszniki prope Kłodzko.

Hypomyces Lateritius (Fries) Tulasne

[*Hypocrea lateritia* Fries; *Sphaeria lateritia* Fries 1822; *S. deformas* Lagger; *Hypomyces deformans* (Lagger) Saccardo].

[F-my konidialne: ***Mycogone perniciosa*** **Magnus**],

Owocniki wytwarzają się w zbitej, filcowatej, początkowo białej, później jasno czerwonej, gładkiej stromie. Są one całkowicie w niej pogrążone, gęstostojące, kuliste, ze stożkowatym ujściem. Peridium początkowo blado-czerwonawe, później brunatnawe, cienkie. Worki cylindryczne, 200—250 μ długości, 6—7 μ szerokości, ośmiozarodnikowe. Zarodniki zachodzące, lancetowate, z ostrymi końcami, jednostronnie spłaszczone, 18—20 μ długości, 4—4,5 μ szerokości, dwukomórkowe, bezbarwne lub słabo żółtawe. Niekiedy wytwarza się owocowanie konidialne zwane *Mycogone Perniciosa* Magnus, pod postacią nierówno — dwukomórkowych chlamydospor, w których większa posiada grubą błonę opatrzoną brodawkami, a mniejsza jest gładka, cienkościenna. Występuje głównie na gatunkach *Lactarius*. W. Kirschtein (37) udowadnia w swojej pracy, że *H. Lateritius* (Fries) Tulasne jest identyczny z *H. deformans* (Lagger) Saccardo.



Rys. 8 — *Hypomyces lateritius* (F r.) T u l.; a — worki 300 ×; b — peritecja w stromie 28 ×.

H. lateritius jest bezwzględnym pasożytem wywołującym deformacje, które polegają na zaniku blaszek u gatunków *Lactarius*. Szczególnie chętnie pasożytuje na rydzu *(Lactarius deliciosus)*. Według U l b r i c h a (1926) tak zmienione rydze sprzedawane na targach posiadają swoiste nazwy regionalne. W Niemczech (Würtembergia) i dawniej we Wrocławiu znane były pod nazwą „*Steinreizker*" i „*Reizker-Porling*". W Italii w/g F r i e s'a jadane są jako „*lapacendro infarinato*" a w Nicei spotyka się je na rynku pod nazwą „*sanghin caussinant*".

H. lateritius występuje na rydzach deformując blaszki gospodarza do tego stopnia, że ślad ich można znaleźć dopiero po przekrojeniu kapelusza w postaci nieregularnych komór pokrytych białą pleśnią. Grzybek tworzy biały delikatny nalot, usiany bardzo drobnymi szaro-brunatnymi

punktami, przez które prześwieca różowy miąższ kapelusza. Ten ostatni jest nieregularnie powyginany z podwiniętym do dołu brzegiem. Mikroskopowo grzyb tworzy niewielkie peritecja pogrążone w białej stromie, których ujścia umieszczone są ponad nią, w postaci opisanych wyżej punktów. Peritecja zawierają liczne wydłużone worki. Zarodników nie obserwowałem ze względu na niedojrzałość znalezionego egzemplarza. W krystalizatorze pasożyt zupełnie się nie rozwija. Chlamydospor *Mycogone perniciosa* nie obserwowałem. Owocnik gospodarza przez długi czas nie ulega gniciu. Zjawisko to podaje także Ulbrich (1926) stwierdzając, że również ślimaki nie zjadają porażonych egzemplarzy. *H. Lateritius* pojawia się często epidemicznie, co łatwo można obserwować w sklepach w Warszawie na rydzach. Epidemiczne jego występowanie opisali Zaleski i Trampler (17) podając, że porażał on 15% wszystkich rydzy. Ja niestety znalazłem go w terenie tylko 1 raz w przeciągu lat 2, chociaż rydze znajdowałem masowo.

W Polsce *H. lateritius* znajdowany był kilkakrotnie, aczkolwiek często oznaczany synonimem *(H. deformans)*. Przeze mnie został on znaleziony tylko 1 raz w Bagnowie Małym pod Mrągowem. 26. 8. 1950 na *Lactarius deliciosus.*

(Shröter, Śląsk, lipiec, na gatunkach *Lactarius;* Teodorowicz: Ludwikowo koło Poznania, 28. 9. 1928, na *L. deliciosus;* Poznań park Sołacki, 11. 11. 1931 na *Collybia velutipes* (!), Poznań park Sołacki, 11. 11. 1931, na *Psalliota edulis* w stadium *Mycogone perniciosa;* Bitner, Bagnowo Małe pod Mrągowem, 26. 8. 1950, na *Lactarius deliciosus).*

Hypomyces Linkii Tulasne

[F-my konidialne : *Puccinia mycogone* Corda; *Sepedonium roseum* Fries; *Mycobanche rosea* Wallroth; *Mycogone incarnata* Persoon; *M. alba* Persoon; ***M. rosea*** **Link**].

Hypomyces Linkii nie jest znany w ogóle z formy owocowania workowego, dzięki czemu brak jest jego opisów w literaturze. Według E. Ulbricha (1926) od dawna znana jest we Francji choroba hodowlanych pieczarek zwana „*moles*" lub „*molles*" spowodowana przez *Mycogone rosea* Link — formę niedoskonałą owocowania *H. Linkii*. Choroba ta zaobserwowana początkowo przez O. Stopf'a w r. 1889 pod Wiedniem, została opisana w r. 1892 przez Prilleux.

H. Linkii występuje w naturze na gatunkach *Amanita*, *Lepiota* i im pokrewnych często nagminnie, w postaci 2 form owocowania konidialnego: konidii i chlamydospor. Pasożyt pojawia się głównie na blaszkach w okolicy trzonka, w postaci białego filcowatego kożucha, pokrytego białym mączystym nalotem. Wkrótce przechodzi on także na wierzch kapelusza oraz na trzonek, różowiejąc i pokrywając się kropelkami wydzie-



Rys. 9. *Hypomyces linkii* T u l.; a — konidiofory 300 ×; b — konidia 300 ×; c — chlamydospory na sporoforach *(Mycogone rosea)* 300 ×; d — chlamydospora 1000 ×; e — chlamydospora w przekroju optycznym z zaznaczoną egziną i intyną 1000 ×.

liny. Egzemplarze porażone nie gniją, lub gniją tylko w partiach nie opanowanych przez pasożyta. W hodowli rośnie słabo. Biały, mączysty nalot spowodowany jest przez konidia, których opisu w literaturze nie spotkałem. Powstają one na silnie rozgałęzionych, drzewkowatych konidioforach typu *Verticillum,* na końcach nieco zaostrzonych gałązek. Wytwarzające się pojedynczo konidia są jednokomórkowe, wydłużono-eliptyczne, bezbarwne. Ich wielkość wynosi 7,5—14—20 × 4—5—6.5 μ. Wkrótce potem wytwarzają się na tej samej grzybni chlamydospory, a pleśń przybiera barwę czerwonawo-różową. Są one umieszczone wśród silnie rozgałęzionej grzybni na krótkich, podzielonych sporoforach, dwukomórkowe, przy czym znacznie większa, wyższa komórka posiada grubą, brodawkowaną, lekko różową błonę, a niższa jest bezbarwna, półkulista, o błonie cienkiej i gładkiej. Dojrzałe chlamydospory łatwo odpadają od sporoforów, przy czym niższa, gładka komórka ulega niekiedy rozerwaniu, tak

że pozornie zarodniki są jednokomórkowe. Wielkość chlamydospor wynosi: 28—32 × 35—42 μ. Niekiedy wyróżnia się odmienną formę pasożyta pod nazwą *Mycogone rosea varietas Jaapiana* Hen., posiadającą chlamydospory o wymiarach 25—30 × 15—20 μ, co zresztą nie odpowiada wymiarom zarodników u egzemplarzy przeze mnie zebranych.

W Polsce grzyb ten był kilkakrotnie spotykany. Przeze mnie pasożyt został znaleziony 32 razy, w tym 8 razy na *Amanita sp.*, 1 raz na *Lepiota sp.*, i 23 razy na nieoznaczonych grzybach blaszkowych, w okresie od 15. 8. do 20. 9. 1950 r. Niewątpliwie występuje on na terenie całej Polski.

(Shröter, Wrocław — ogród botaniczny; Teodorowicz, Jeleśnia koło Żywca, sierpień 1926 na *Ramaria condensata;* Bitner: Puszcza Piska (Głodowo, Bagnowo Małe), Klimaszewnica pod Grajewem).

Hypomyces ochraceus (Persoon 1801) Tulasne

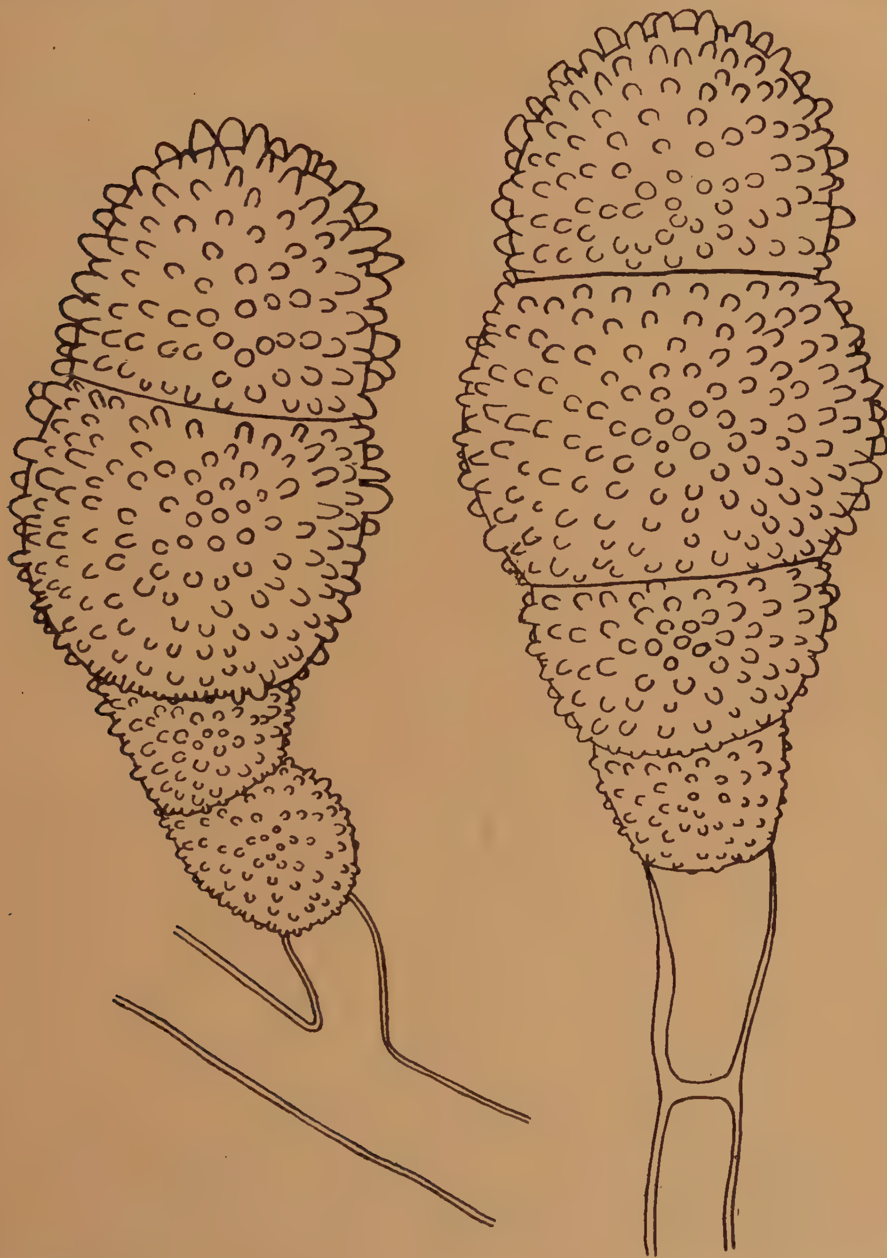
[*Nectria ochracea* Persoon; *Sphaeria ochracea* Harmeniacus; *Hypomyces armeniacus* Tulasne].

[F-my konidialne: ***Verticillum agaricinum*** Corda; *Botrytis ramosa* Alb. et Schw.; *B. candida* Alb. et Schw.; ***Blastotrichum puccinioides*** **Preuss**; *Mycogone puccinioides* Saccardo].



Rys. 10 — *Hypomyces ochraceus* (Pers.) Tul.; a — pęk konidioforów *(Verticillum aparicinum)* 150 ×; b — konidiofory 300 ×; c — konidia 300 ×; d — chlamydospory na sporoforach *(Blastotrichum puccinioides)* 300 ×.

Owocniki na płaskiej, początkowo białej, później czerwonawo-ochrowej stromie, kuliste, z tępym stożkowym ujściem. Peridium delikatne, żółtawe. Worki cylindryczne, 250—300 μ długości, 6,5 μ szerokości, ośmiozarodnikowe. Zarodniki za-



Rys. 10a — *Hypomyces ochraceus* (P e r s.) T u l.; — chlamydospory na sporoforach *(Blastorichum puccinioides)* 1000 ×.

chodzące na siebie, wydłużono wrzecionowate, na obu końcach zaostrzone, 35 μ długości, 6,5 μ szerokości, dwukomórkowe, pośrodku zwężone, bezbarwne. Tworzy 2 formy owocowania konidialnego: *Verticillum agaricinum* C o r d a i *Blastotrichum puccinioides* P r e u s s. Występuje na gatunkach *Russula* i *Agaricus*.

Formy owocowania workowego dotychczas w Polsce nie znaleziono.

H. ochraceus jest groźnym pasożytem wielu gatunków grzybów kapeluszowych. Występuje na pozornie zdrowych egzemplarzach w postaci białych pilśniowatych darninek, które niezwykle szybko rozwijają się tworząc nowe zlewające się ze sobą ogniska, aby w końcowej fazie wystąpić na zniszczonym miękkim jak gąbka owocniku gospodarza, w postaci obfitej wełnisto-puszystej pleśni, przechodzącej na sąsiednie źdźbła traw, opadłe liście, mchy i inne szczątki ściółki leśnej. *H. ochraceus* tworzy pleśń bardzo charakterystyczną, łatwą na oko do odróżnienia od wszelkich innych zakażeń spotkanych przeze mnie.

Mikroskopowo *H. ochraceus* tworzy mocno rozgałęzioną, podzieloną, bezbarwną grzybnię. Konidiofory tworzą się pękami po kilka wokół strzępek; są one podzielone, rozgałęzione, długości 55—88 μ. Końcowe rozgałęzienia konidioforów zwężają się od podstawy ku zaostrzonemu szczytowi, na którym umieszczone jest konidium. Konidia kształtu kropli lub rzadziej kuliste, są bezbarwne i cienkościenne. Wielkość ich wynosi: 11,5—25,5 × 7,5—12,5 μ. Owocowanie konidialne zwane *Verticillum agaricinum* C o r d a, wytwarzane w ogromnej większości wypadków, niekiedy (mniej więcej 1 na 37 razy) przechodzi w owocowanie chlamydosporowe zwane *Blastotrichum puccinioides* P r e u s s. Zmiana ta jest uwarunkowana ekologicznie postępującym osuszeniem powietrza. Chlamydospory wytwarzają się wśród obfitej, białej, puszystej pleśni, pokrywającej szybko owocnik gospodarza i dobrze rosnącej w hodowli. Mikroskopowo tworzą się w tej fazie bezbarwne, rozgałęzione, podzielone, 7—10 μ grubości, faliste strzępki z olejowatą zawartością, na których osadzone są bezpośrednio bocznie, lub na krótkich sporoforach (mniej więcej długości zarodnika) — chlamydospory. Te ostatnie są bezbarwne, maczugowate, 1—4 komórkowe, na wierzchołku zaokrąglone, brodawkowane, z największą komórką środkową przy czym najniższa komórka jest zwykle gładka. Wielkość ich wynosi: 61—107 × 30,5 μ.

H. ochraceus występuje w cienistych wilgotnych lasach w miesiącu lipcu, sierpniu, i wrześniu. Maximum jego występowania przypada na drugą połowę sierpnia i pierwsze dni września. Ze względu na niezbędną dla jego rozwoju wysoką temperaturę i dużą wilgotność, natężenie jego występowania wzmaga się po deszczach w gorące dni letnie. W tych warunkach pojawienie się pasożyta przybiera charakter epifitii. Dnia 17. 8. 1950 r. zanotowałem, że poraża on wszystkie egzemplarze *Russula sp.* Podobnie wystąpił on 27, 28 i 29 sierpnia 1950 roku. W czasie optymal-

nych warunków rozwoju jest *H. ochraceus* pod postacią konidialną *(Verticillum agaricinum)* najczęściej spotykanym pasożytem, lecz w miesiącach gdy temperatura jest niska — nie występuje zupełnie. Także brak opadów powoduje zahamowanie jego rozwoju.

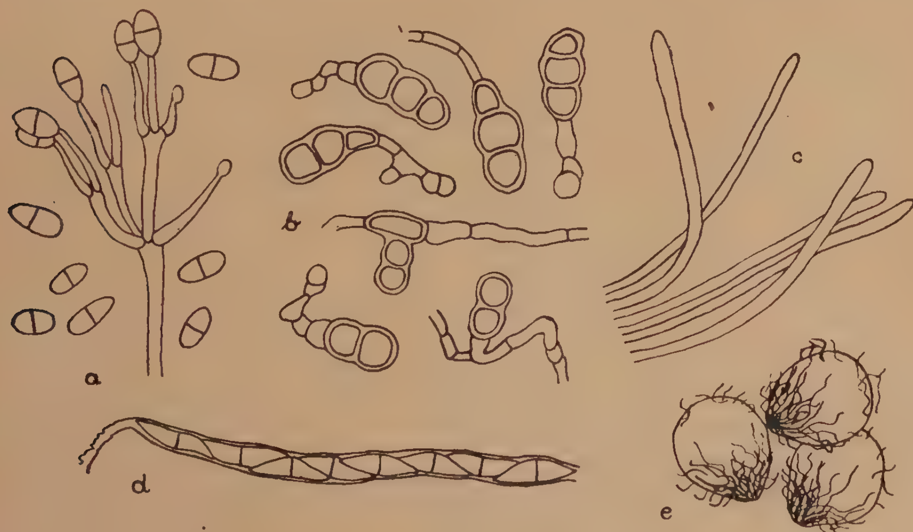
H. ochraceus został przeze mnie znaleziony 191 razy, w tym 186 razy jako *Verticillum agaricinum*, a 5 razy jako *Blastotrichum puccinioides*. Wystąpił on 74 razy na *Russla sp.*, 17 razy na *Lactarius sp.*, (w tym 4 razy na *Lactarius deliciosus)*, 14 razy na *Paxillus involutus*, 2 razy na *Boletus sp.*, oraz 5 razy na *Amanita sp.* W 79 wypadkach gospodarza nie udało się ustalić. Spotykałem go w okresie od 26. 7. do 20. 9. 1950 i od 7. 7. do 7. 9. 1951 r. W Polsce *H. ochraceus* był często znajdowany, ale tylko w formie konidialnej.

(Schröter, Wrocław — Opród Botaniczny często, na *Collybia dryophila;* Wodziczko, Niegłowice pod Krakowem; Dominik, jako *Verticillum agaricinum* na *Collybia velucipes;* Teodorowicz, park Sołacki w Poznaniu, 6. 1934 Bitner: Puszcza Piska (Piskorzewo, Głodowo, Niedźwiedzi Kąt Bagnowo Małe, Klimaszewnica pod Grajewem, Kotlina Kłodzka (Długopole-Zdrój, Międzygórze, Duszniki-Zdrój).

Hypomyces aurantius (Persoon) Tulasne

[*Sphaeria aurantia* Persoon 1801; *S. aurea* Greville; *Nectria aurantia* Fries].

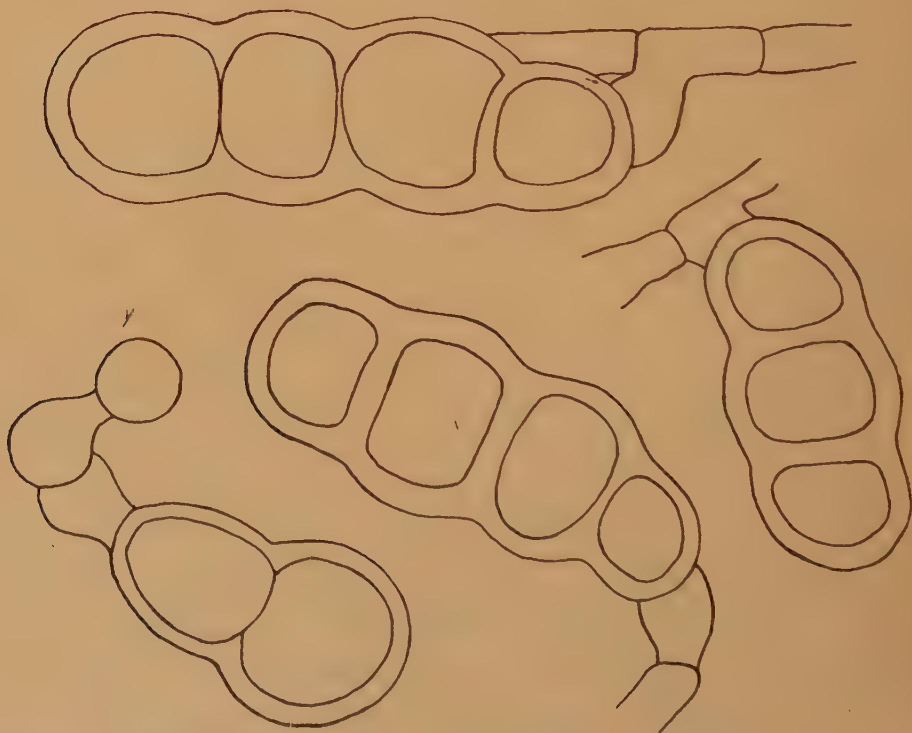
[F-my konidialne: ***Diplocladium minus*** **Bonorden**; *D. penicilioides* Sacc.].



Rys. 11 — *Hypomyces aurantius* (Pers.) Tul.; a — konidiofor i konidia *(Diplocladium minus)* 295 ×; b — chlamydospory na sporoforach 300 ×; c — worki 295 ×; d — worek z askosporami 450 ×; e — peritecja 28 ×.

Owocniki na skórzastej lub stwardniałej, rozległej, początkowo białawej a później zawsze pomarańczowo-czerwonej stromie, zanurzone tylko podstawą, gęstostojące, u podstawy kuliste, ze stożkowatym ujściem, 0,3 mm szerokości. Peridium cienkie, pomarańczowo zabarwione. Worki cylindryczne, 110—150 µ długości, 4,5—6 µ szerokości, ośmiozarodnikowe. Zarodniki zachodzące na siebie, wrzecionowate, na obu końcach ostro zaostrzone, często jednostronnie spłaszczone, 15—24 µ szerokie, ze ścianką dzielącą pośrodku, słabo zwężone, bezbarwne. Owocowanie konidialne poprzedza workowe i jest znane pod nazwą *Diplocladium minus* Bonorden. Występuje na rozkładających się grzybach głównie z rodzin *Polyporaceae* i *Thelephoraceae* oraz innych grzybach nadrzewnych.

H. aurantius jest pasożytem warunkowym. Rozwija się w chłodnej porze roku na grzybach uległych rozkładowi. Niska temperatura sprzyja prawdopodobnie o tyle jego występowaniu, że powstrzymuje rozwój bakterii gnilnych. Pierwsze stadium porażenia przejawia się w wytworzeniu niezbyt gęstej pleśni złożonej z owocowania konidialnego znanego pod nazwą *Diplocladium minus* Bonorden. Z centrum zarażenia rozchodzą się białe strzępki w postaci delikatnych, promienistych nici. Na niciach tych tworzą się pionowe strzępki, mączysto przyprószone, w kształcie maczugi, wysokości 2—3 mm. Są to zbiory konidioforów, któ-



Rys. 11a — *Hypomyces aurantius* (Pers.) Tul.: — chlamydospory na sporoforach 1000 ×.

re rozgałęziając się drzewkowato, mają na tępych zakończeniach gałązek pojedyncze, dwukomórkowe, bezbarwne, eliptyczno-jajowate konidia. Wielkość ich wynosi: 12,6—16,8 × 6,3—9,5 μ. W hodowli grzyb rośnie dobrze, przy czym sztuczne zakażenie udaje się łatwo. Jeśli bowiem umieścić porażone i zdrowe egzemplarze grzyba *(Pleurotus ostreatus)* obok siebie w krystalizatorze, to po 7 dniach na obu egzemplarzach pojawi się *Diplocladium minus*, a po 14—21 dniach pojawiają się chlamydospory typu *Blastotrichum*.

W trakcie przeprowadzania hodowli zaobserwowałem tworzenie się nowej formy owocowania dotychczas nie opisanej w literaturze. Po zakończeniu owocowania konidialnego i po rozpoczęciu gnicia, na miejscach opanowanych poprzednio przez *Diplocladium*, pojawiło się zabarwienie żółte do żółto-różowego. Spowodowane ono było przez obecność chlamytedospor typu *Blastotrichum*, których wygląd nie odpowiada żadnemu z opisów gatunków jakie miałem możność przestudiować. Chlamydospory te znajdowały się masowo w rozkładającym się podłożu. Wielkość ich (średnio 43,5 × 12,5 μ), jest około dwukrotnie mniejsza od podobnych chlamydospor *Blastotrichum puccinioides*, od których różnią się ponadto brakiem brodawek. Chlamydospory są 1—5 komórkowe, gładkie, grubościenne, umieszczone interkalarnie na przebiegu strzępek lub na krótkich sporoforach. Nie posiadam dostatecznego dowodu, że obserwowane chlamydospory są rzeczywiście formą owocowania *H. aurantius*, a nie owocowania nieznanego dotąd gatunku saprofitycznego. Przypuszczenie swoje opieram na fakcie wytwarzania chlamydospor przez wszystkie gatunki *Hypomyces*. Nie zaobserwowanie dotychczas tej fazy u *H. aurantius* mogło być spowodowane niewidocznością makroskopową chlamydospor, które ukryte w rozkładającym się owocniku gospodarza, zdradzają swoją obecność jedynie żółtym zabarwieniem. Zresztą kilkrotnie przeprowadzana hodowla zawsze wykazywała ich obecność. Rzecz ciekawa, że w hodowli nigdy nie wytwarzały się peritecja, co w naturze zachodzi łatwo. Być może jest to uwarunkowane dużą wilgotnością panującą w przykrytym szkłem krystalizatorze i wyższą temperaturą hodowli (przeprowadzano je w pomieszczeniach ogrzanych).

Forma workowa *H. aurantius* wytwarza się w naturze w centrum zakażenia, które różowieje a potem przybiera zabarwienia ceglaste, rozprzestrzeniając się ku obwodowi. W miejscu ceglastego zabarwienia wytwarzają się liczne żółto-szare peritecja, otoczone rdzawymi strzępkami, nieregularnie kuliste, 220—378 μ wielkości. W peritecjach umieszczone są bezbarwne worki (parafiz brak), długości 60 μ, przytwierdzone do dna otoczni. Askospory są dwukomórkowe, wrzecionowate z zaostrzonymi końcami, bezbarwne, z kroplami tłuszczu, umieszczone gęsto po 8 w worku. Wielkość ich wynosi: 10—13,5×3 μ.

Hypomyces Aurantius był w Polsce kilkakrotnie znajdowany; przeze mnie znaleziony został 4 razy.

(Stanowisko Schröter, Śląsk, od listopada do czerwca, na *Polyporus sp.*, *Stereum sp.* i *Corticium sp.*; Teodorowicz: Ludwikowo koło Poznania, 6.1928. na *Polyporus sp.*, Poznań — Szeląg, 9.1931 na *Polyporus sp.*; Bitner: Zakopane — Gubałówka, 14.10.1950 na nieoznaczonym grzybie z rodziny *Polyporaceae* (konidia i peritecja); Warszawa — Ogród Botaniczny, 12.11.1950, na *Pleurotus ostreatus* (konidia); tamże, 19.3.1951, na nieoznaczonym grzybie nadrzewnym (konidia); tamże 29.3.1951, na zeszłorocznych owocnikach *Pleurotus ostreatus* (konidia).]

Cladosporium Link.

Strzępki pełzające wewnątrz lub na powierzchni podłoża, czasami pasożytnicze, podzielone, rozgałęzione, ciemno zabarwione, często beczkokształtnie nabrzmiałe, o komórkach podobnych do *Hormiscium*. Konidiofory w pęczkach lub gęstych pleśniach, czasami bardziej luźne, wzniesione lub leżące, przeważnie podzielone, rozgałęzione lub nierozgałęzione, ciemne, na końcu szybko rosnące i tam całe w garbach i guzach. Konidia powstają końcowo i bocznie, później odpadają, prawie kuliste — jajowate — wydłużone — do cylindrycznych, na końcach ścięte — zaokrąglone — lub zaostrzone, prawie bezbarwne do czarnych, dwukomórkowe, rzadziej 1—4 komórkowe, na ściankach poprzecznych często zwężone, z gładką lub drobno — garbato — chropowatą błoną. Konidia posiadają często wypustki i tworzą wtedy łańcuszki lub zbiory odrostków.

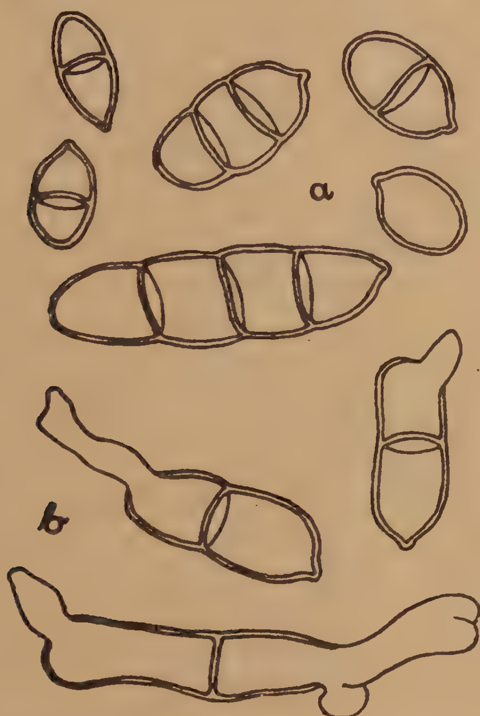
Migula pisze: „Gatunki rodzaju *Cladosporium* są w większości bardzo niedostatecznie poznane. Szczególnie są zupełnie niezbadane pod względem ich trybu życia: pasożytniczego lub saprofitycznego. Nie jest wykluczone, że wiele gatunków może żyć na pół pasożytniczo i na pół saprofitycznie. Jest to szczególnie ważne przy przeglądzie gatunków, tymbardziej że mamy o nich, jak o większości przybów niedoskonałych, tylko ogólne wiadomości.“ Rodzaj *Cladosporium* obejmuje wg Miguli 51 gatunków, częściowo saprofitów i częściowo pasożytów. Wśród nich 6 występuje na grzybach: *C. episclerotiale* na *Sclerotinia cinerea*, *C. exoasci* na *Exoascus*, *C. aecidiicola* na ecidiach rdzy, *C. penicillioides* na *Tubercularia* oraz *C. umbrinum i C. fuligineum* na grzybach kapeluszowych.

Cladosporium fuligineum Bonorden.

Tworzy rozległe ciemno oliwkowo-zielone pleśnie. Konidiofory gęsto stojące, wzniesione, na szczycie słabo- lub nierozgałęzione, sękate, podzielone, czarniawo-zielone, górą jaśniejsze, 120—175 μ długości, 4—8 μ szerokości. Konidia wydłużone, często zakrzywione, na obu końcach tępo zaostrzone, 1-2-(4) komórkowe, 11—27 μ długości, 4—8 μ szerokości, zgniło-zielone, po opadnięciu kiełkujące.

C. fuligineum występuje na martwych grzybach w postaci oliwkowo-zielonego, jednolitego lub płatowego nalotu na całym owocniku. Występuje raczej na zwięzłych, skórzastych, nieco podsuszonych owocni-

kach. Mikroskopowo grzyb tworzy krótkokomórkową rizoidalną grzybnię, z której pionowo w kształcie szczotki wyrastają konidiofory. Grzybnia, konidiofory i konidia zabarwione są na kolor zgniło-zielony. Konidia są najrozmaitszej wielkości, 1-2-3-4-ro komórkowe, z tępą brodawką na



Rys. 12 — *Cladosporium fuligineum* B o n.; a — konidia 100 ×; b — konidia kiełkujące 1000 ×.

jednym końcu. Na ogół przeważają konidia 2 komórkowe wielkości 17×7 μ. Osadzenia konidii na konidioforach nie obesrwowałem z powodu zupełnej dojrzałości pasożytów. Często można widzieć konidia kiełkujące.

C. fuligineum w Polsce zostało znalezione tylko 1 x przez D o m i n i k a. Przeze mnie znalezione dwukrotnie.

(D o m i n i k, Hel, las sosnowy, 20.8.1930, na *Exobasidium vaccini;* B i t n e r: Kurozwęki pod Staszowem, 28.6.1950, na starej kępce grzybów *Tricholoma sp.;* Klimaszewica, pow. Grajewo, 18.9.1950, na nieoznaczonych grzybach rosnących w kępce.)

N i e k t ó r e s p o s t r z e ż n i a e k o l o g i c z n e.

Najważniejszymi czynnikami wpływającymi na rozwój pasożytów są woda i temperatura. Ilość wody w glebie nie ma wyraźnego wpływu na ich rozwój, gdyż wpływa ona raczej na wzrost gospodarzy. Natomiast

wielkie znaczenie posiada stopień wilgotności powietrza. Niektóre gatunki występujące epifitycznie (np. *Vetrticillum agaricinum*), wyraźnie wzmagają swój rozwój tak pod względem produkcji grzybni jak i pod względem opanowania procentowego gospodarzy na 2—3 dni po deszczu. Inne gatunki, np. rodzaju *Spinellus*, uzależnione są raczej od mikroklimatu, występując w miejscach wilgotnych. Niekiedy osuszenie powietrza powoduje powstawanie innej formy owocowania. Widać to wyraźnie u *H. chrysospermus*, u którego następuje wówczas wstrzymanie produkcji konidiów i przejście na produkcję chlamydospor. Podobnie reaguje *H. ochraceus* i *H. aurantius*, który z owocowania konidialnego przechodzi na wytwarzanie peritecji. W końcu istnieją gatunki tak silnie związane z rozwojem gospodarza, że nie reagują na wilgoć. Przykładem może być *H. lateritius* i *H. chrysospermus f. edulis*.

Temperatura jest drugim czynnikiem wpływającym wybitnie na występowanie pasożytów. *H. ochraceus* związany jest ściśle z wysoką temperaturą lata; początek jego pojawiania się jest równoczesny z początkiem sezonu grzybowego to jest z końcem lipca, a rozwój epifitii trwa do początku września. Wyraźnie zimnolubnym jest *H. aurantius*, który pojawia się w październiku, rozwija się przez całą zimę, a zanika z wiosną. Trzecim typem — niereagującym na zmiany temperatury jest *H. chrysospermus*, który w postaci owocowania niedoskonałego rozwija się od początku sezonu grzybowego (koniec lipca) aż do mrozów, kładących kres występowaniu owocników grzybów kapeluszowych.

Ustalenie gospodarzy dla poszczególnych gatunków pasożytów nie zostało ściśle określone w mojej pracy. Jednakże na podstawie dotychczasowych badań można wydzielić szereg ogólnych typów zależności. I tak niektóre gatunki wykazują szczególne upodobanie do pewnych grup grzybów *H. chrysospermus* pasożytując na dużej ilości gospodarzy, szczególnie chętnie występuje na gatunkach *Boletus*, a z grzybów blaszkowych na *Paxillus involutus*. *H. ochraceus* odwrotnie — najczęściej występuje na gatunkach blaszkowych (szczególnie *Russula sp.*), ale nie omija jednak rurkowych. *H. aurantius* występuje na grzybach nadrzewnych, przy czym najczęściej spotkałem go na *Pleurotus ostreatus*. *H. Linkii* występuje na grzybach pokrewnych rodzajowi *Amanita*. *H. lateritius* związany jest z rodzajem *Lactarius* i wreszcie gatunki *Spinellus* pasożytują na drobnych grzybkach pokrewnych rodzajowi *Mycena*. Gatunki związane z jednym gospodarzem lub małą ich liczbą są przeważnie bezwzględnymi pasożytami, natomiast występujące na wielkiej liczbie gospodarzy są raczej pasożytami warunkowymi. Do tych ostatnich należy *Sporodinia grandis*, która pojawia się na obumierających owocnikach, często w towarzystwie innego pasożyta, doprowadzając po nim proces rozkładu do końca.

Stosunek pasożytnictwa i saprofityzmu nie jest odgraniczony ściśle. Pomiędzy bezwzględnymi pasożytami a typowymi saprofitami istnieje cały szereg form pośrednich. Można wydzielić kilka grup charakteryzujących się innym typem współżycia z gospodarzem. Pierwszą z nich jest grupa bezwzględnych pasożytów. Należą tutaj *H. lateritius i H. chrysospermus f. edulis,* które rozwijając się wewnątrz tkanek gospodarza tworzą postacie teratologiczne owocników, często nie wytwarzając zarodników na martwych owocnikach w hodowli, lub wytwarzając je z trudem. Do grupy tej należą również pasożyty rozwijające swe organy rozmnażania na powierzchni owocników gospodarza. Ten typ pasożytów tworzy najobszerniejszą grupę wśród gatunków spotkanych przeze mnie. Przykładem mogą być *Spinellus sp. i H. ochraceus.* Pasożytów bezwzględnych nie udaje się sztucznie przenosić na zdrowe grzyby. Obrazem tego jest dwukrotnie przeprowadzone doświadczenie z *H. chrysospermus,* które nie dało pomyślnych wyników. Drugą grupą są pasożyty warunkowe rozwijające się chętnie na obumierających lub martwych owocnikach grzybów, które łatwo jest przenieść sztucznie na inne owocniki. Do grupy tej należą *H. aurantius* i *Sporodinia grandis.* Ostatnią, trzecią grupą są saprofity pojawiające się w hodowli na martwych egzemplarzach grzybów w różnym stadium rozkładu. Grupą tą nie zajmowałem się. Należą tutaj takie gatunki jak (spośród spotkanych przeze mnie): *Diplosporium album, Melanospora Zobelii, Coremium niveum, Penicillium sp.* i inne.

Niektóre gatunki pasożytów wywołują typowe epifitie, w których większość osobników gospodarzy jest zaatakowana, inne zaś nie występują na ogół tak licznie. Powstanie epifitii, aczkolwiek zależy głównie od sprzyjających czynników ekologicznych, nie zawsze jest nimi uwarunkowane. Spośród spotykanych przeze mnie pasożytów cztery wywołują masowe epifitie. Są nimi: *Hypomyces ochraceus, H. chrysospermus, H. Linkii i H. lateritius.* Epifitie 3 pierwszych spotkałem w naturze. Natomiast *H. lateritius,* aczkolwiek występujący epifitycznie (można to stwierdzić w sklepach w Warszawie, gdzie niekiedy występuje na ¼ sprzedawanych rydzy), został przeze mnie znaleziony w terenie tylko 1 raz w ciągu 2 lat, przy czym rydze występowały masowo. Epifityczne wystąpienie tego gatunku opisali Zaleski i Trampler.

Streszczenie.

W trakcie badań terenowych w r. 1950 i 1951 przeprowadzono studia nad grzybami pasożytującymi na ciałach owocowych grzybów wyższych — przeważnie podstawczaków. Stwierdzono występowanie 10 gatunków pasożytów, wśród nich 4 z rzędu *Mucorales* 5 z rzędu *Pyrenomycetes* i 1 gatunku należącego do *Fungi imperfecti.* Wśród pasożytów

należących do rzędu *Pyrenomycetes*, wszystkie były gatunkami rodzaju *Hypomyces* i pojawiały się prawie wyłącznie pod postacią owocowania konidialnego, często 2 rodzai: konidii sensu stricto i chlamydospor. Częstość występowania poszczególnych gatunków pasożytów była niejednakowa, a także różniły się one wyborem gospodarzy, co obrazuje tabelka:

Nazwa pasożyta	Znaleziono razy	Nazwa gospodarzy
Sporodinia grandis Link	13	różni
Spinellus macrocarpus (Corda) Karst.	1	Mycena sp. i pokr.
„ fusiger (Ling) Van Tieg.	1	„ „ „ „
Mortierella candelabrum Van Tieg. & Le Mon	2	grz. blaszkowe
Hypomyces chrysospermus (Bull.) Tul.	102	Boletus sp.
„ chrysospermus (Bull.) Tul. forma edulis mihi	12	Boletus edulis
„ lateritius (Fr.) Tul.	1	Lactarius sp.
„ Linkii Tul.	32	Amanita sp. i pokr.
„ ochraceus (Pers.) Tul.	191	Russula sp. i pokr.
„ aurantius (Pers.) Tul.	4	grz. nadrzewne
Cladosporium fuligineum	2	różni.

W trakcie badań spostrzeżono że występowanie niektórych pasożytów jest w wysokim stopniu uzależnione od wilgoci powietrza (szczególnie *Hypomyces ochraceus*), podczas gdy inne nie są na nią wrażliwe (np. *Hypomyces lateritius*). Temperatura reguluje także występowanie pasożytów. I tak *Hypomyces ochraceus* pojawia się jedynie w miesiącach letnich, *H. aurantuis* tylko w miesiącach o niskiej temperaturze a *H. chrysospermus* nie jest wrażliwy na temperaturę.

Większość pasożytów wykazuje szczególne upodobanie do pewnych grup gospodarzy, a tylko niektóre (np. *Sporodinia grandis*) są na rodzaj gospodarza obojętne. Te ostatnie są to pasożyty warunkowe, podczas gdy pierwsze są pasożytami ścisłymi.

Znaczenie gospodarcze spośród pasożytów spotkanych przeze mnie mają tylko 4, jako gatunki wywołujące masowe epifitie, a mianowicie: *Hypomyces ochraceus* — dla gatunków *Russula* i pokrewnych. *H. chrysospermus* — dla gatunków *Boletus*, *H. Linkii* — dla gatunków pokrewnych rodzajowi *Amanita* i *Lepiota* oraz *H. lateritius* — dla gatunków *Lactorius* który, aczkolwiek przeze mnie tylko 1 raz spotkany, pojawia się masowo w sklepach warszawskich na rydzu.

W trakcie pracy zostałem zmuszony do wyodrębnienia nowej formy rozwojowej pasożyta (*Hypmyces chrysospermus forma edulis*), opis której zamieszczony jest w tekście. Ponadto zaobserwowałem wytwarzanie się — nieznanych dotąd — chlamydospor typu *Blastotrichum*, jako formy rozwojowej *Hypomyces aurantius*.

Zakład Systematyki i Geografii Roślin
Uniwersytetu Warszawskiego

SUMMARY

During my researches conducted in the open air in 1950 and 1951. I have studied the fungi parasiting on the fruit bodies of the higher fungi belonging mainly to the *Basidiomycetes.* I have ascertained the appearance of 10 species of the parasites, out of which 4 belonged to the *Mucorales* order, 5 to the *Pyrenomycetes* order and 1 to the *Fungi imperfecti.* All parasites belonging to the *Pyrenomycetes* order were the species of the *Hypomyces* genus and appeared almost exclusively under the form of conidial fructification, often two-fold: as conidii sensu stricto and as chlamydospores. The frequency with which individual species of the parasites appeared was unequal: they differed also in their choice of the hosts.

Name of the parasite	Found x times	Name of the hosts
Sporodinia grandis Link	13	various
Spinellus macrocarpus (Corda) Karst.	1	Mycena sp. and akin
„ fusiger (Link) Van Tieg.	1	Mycena sp. and akin
Mortierella candelabrum Van Tieg. & Le Mon. . .	2	Agaricales
Hypomyces chrysospermus (Bull.) Tul.	102	Boletus sp.
„ chrypospermus (Bull.) Tul. forma edulis mihi	12	Boletus edulis
„ laterituis (Fr.) Tul.	1	Lactarius sp.
„ Linkii Tul.	32	Amanita sp. and akin
„ ochraceus (Pers.) Tul.	191	Russula sp. and akin
„ aurantius (Pers.) Tul.	4	fungi growing on trees
Cladosporium fuligineum Bonorden	2	various

I have observed that the appearance of certain parasites depends largely on the humidity of the air (specially *Hypomyces ochraceus)* while others are not sensitive to it. The appearance of the parasites is conditioned also by the temperature. Thus *Hypomyces ochraceus* appears only during summer months, *Hypomyces aurantius* during cold months and *Hypomyces chrysospermus* is no sensitive to the temperature at all.

The majority of the parasites demonstrates particular liking to certain groups of the hosts and only few are indifferent to them. Those latter are what we call the facultative parasites, while the former are the obligate parasites.

The economic importance of the parasites which were the object of my studies is restricted to only four species. They are the species causing mass epiphyties: *Hypomyces ochraceus* on the *Russula* and akin species, *H. chrysospermus* on the *Boletus sp., H. Linkii* on the species akin to the *Amanita* and *Lepiota* genera and *H. lateritius* on the *Lactarius sp.;* although I observed the latter only once it appears very often in Warsaw shops as the parasite on the *Lactarius deliciosus.*

While my work progressed I was compelled to single out a new developmental form of the parasite *(Hypomyces chrysospermus forma edulis)*, description of which may be found in the Polish text. Moreover I have noticed the formation of the chlamydospores — unknow so far — belonging to the *Blastotrichum* type as the developmental form of the *Hypomyces aurantius*.

CYTOWANA LITERATURA

1. Cejp K., 1948. Parasiti na kloboucich helmovek — Mycen. Ceska Mykologie, rocz. II, zesz. 2.
2. Dominik T., 1936. Materiały do flory grzybów mikroskopowych Zachodniej Polski; Spr. Kom. Fiz. PAU, LXX.
3. Hryniewiecki B., 1949. Zarys dziejów Botaniki; Warszawa.
4. Kirchtein W., 1937. Zeitschrift für Pilzkunde; Bd. XVI, str. 50.
5. Lindau. Kryptogamenflora für Anfänger.
6. Migula W. Kryptogamenflora ...; Bd. III.
7. Naumow N. A., 1935. Oprdedelitel' Mukorowych; Moskwa. Leningrad.
8. Oudemans, 1919—1924. Ennumeratio systematica fungorum.
9. Saccardo, 1886. Sylloge fungorum omnium hucusque cognitorum.
10. Schröter J., 1886. Über die auf Hutpilzen vorkommenden Mucorineen; Jahres Ber. der Sch. Ges. für vat. Kultur; Bd. 64.
11. Schröter J., 1889—1904. Die Pilze Schläsien; Bd. I i II; Breslau.
12. Seymour. Host Index of the Fungi of North America.
13. Smith G., 1946. An Introduction to industrial Mycology; London.
14. Sorauer P., Handbuch der Pflanzen Krankheiten; Bd. II, 4 Aufl.
15. Ulbrich E., 1926. Bildungsabweichungen bei Hutpilzen; Ber. der Bot. Ver. der Prov. Brand.; Bd. 86.
16. Teodorowicz F., 1933. Grzyby Zachodniej i Południowej Polski...; Poznań
17. Zabłocka W., 1931. Über Boletus parasiticus Bull., und Pisolithus arenarius Alb. et Schw. aus der Umgebung von Kraków. Bull. et L'Ac. Pol. des Sci. et des Lettr.
18. Zaleski K. i Trampler T., 1937. O dziwacznych formach rydza (Lactaria deliciosa) z Karpat Wschodnich; Rocz. Nauk Rol. i Leś.; t. XXXIX.

Biogeneza antocjanu

Część I. Samoutlenianie się na antocjan uprzednio częściowo zredukowanych flawonoli.

The biogenesis of anthocyans

Part. I. Production of anthocyanidins by air-oxidation of previonsly partly reduced flavonols.

ANTONI KOZŁOWSKI

Wpłynęło 14.III.1953.

Wstęp

W ogólnym ujęciu, przemiana materii w komórce żywej przedstawia bardzo skomplikowaną a mimo to w najdrobniejszych szczegółach zharmonizowaną sieć, w której redukcyjno-oksydacyjne procesy odgrywają pierwszorzędną rolę.

Jedną z nici owej sieci jest pospolita w komórkach płatków kwiatów wielu wyższych gatunków roślin końcowa przemiana pewnych związków, prawdopodobnie aromatycznych aminokwasów, na związki flawonowe, które dość często przechodzą w antocjany. Flawony są rozpuszczone w soku wodniczkowym, gdzie towarzyszą im rozmaite substancje redukujące, nazwijmy je tu krótko reduktorami [1], między którymi pospolity jest kwas askorbowy. Te, dzięki różnym stopniom swego powinowactwa do tlenu powietrza, mniej lub więcej hamują samoutleniania się rozmaitych składników treści komórki. W takim zespole powstają w pewnych warunkach częściowo zredukowane flawonole, które są łatwo przez tlen powietrza utleniane na antocjan.

Przebieg takiej przemiany flawonolu można łatwo śledzić w probówce w sposób następujący: jeśli do żółtego, wodnego roztworu flawonolu dodamy nieco substancji redukującej i rozcieńczonego kwasu solnego a następnie szczyptę proszku cynku, ten wywoła wywiązywanie się

---

[1] O ile autorowi wiadomo, w języku polskim nie ma jednowyrazowego terminu odpowiadającego angielskiemu, dość zresztą niezgrabnie i nietrafnie urobionemu „anti-oxidant" („przeciw-utleniacz") i dlatego jest tu w sposób próbny wprowadzony termin „reduktor".

z kwasu czynnego wodoru, który szybko zredukuje i odbarwi żółty flawonol na bezbarwną jego pochodną. Jeśli więc natychmiast owo działanie wodoru przerwiemy, flawonol będzie tylko częściowo zredukowany i w takiej formie utrzyma się tak długo, dopóki dodany reduktor nie zostanie przez tlen powietrza utleniony, po czym owa bezbarwna jego pochodna sama się utleni na czerwony barwnik.

Dla bliższego wniknięcia w mechanizm owej redukcyjno-oksydacyjnej przemiany, użyto tu całego zespołu reduktorów soku wodniczkowego, jaki wyciągnięto przy pomocy rozcieńczonego, gorącego roztworu kwasu szczawiowego. Ten bowiem utrudnia samoutlenianie się ekstraktu i może być łatwo z niego usunięty. W ekstrakcie takim znajduje się flawonol w postaci roztworu jego glykozydu i w takim stanie lepiej się tu nadaje do badania, niż jego oczyszczony i wskutek tego trudniej w wodzie rozpuszczalny preparat.

Część doświadczalna.

a) Ekstrahowanie płatków białej róży ogrodowej (hydbrydu Frau Karl Druschki).

Świeże płatki zadano wrzącym, około 0,2% roztworem wodnym kwasu szczawiowego; temperatura materiału utrzymywała się przy 70—75°C. Po kilku minutach płyn odcedzano przez muślin.

b) Redukowanie czynnym wodorem.

Próbkę powyższego ekstraktu zmieszano w probówce z jedną trzecią jej objętości rozcieńczonego (1:4) kwasu solnego a następnie zadano odrobiną proszku cynku. W miarę wywiązywania się gazu wodoru powstawała obfita piana a płyn pod nią się znajdujący wkrótce uległ odbarwieniu; na powierzchni zaś piany, w miejscu jej stykania się z powietrzem, pojawiała się barwa różowa. Po paru minutach płyn przesączono do innej probówki, w której po chwili filtrat, poczynając od swej warstwy powierzchniowej, stopniowo coraz silniej zabarwiał się na czerwono. Wpływ więc tlenu powietrza był tu bardzo wyraźny.

c) Hamowanie samoutleniania się przez reduktory.

W celu zahamowania owego utleniania, świeży, z kwasem solnym zmieszany ekstrat zadano 25 mg kwasu askorbowego (A), do drugiej takiej samej próbki dodano 1—2 ml (cm^3) świeżo z cytryny wyciśniętego soku (B); dla kontroli zaś zostawiono próbkę bez dodanych reduktorów (C). Do wszystkich próbek dodano po odrobinie proszku cynku. Po 2—3 minutach płyn przesączono do czystych probówek; po kilku minutach płyn w C zaczął się zabarwiać czerwono; natomiast w A i B przez kilka godzin płyn został bezbarwny i dopiero nazajutrz był czerwony.

Podobnie jak kwas askorbowy i sok cytrynowy hamująco działały tu cukry monozy, zarówno pentozy jak i heksozy, podczas gdy cukier trzcinowy nie wykazał żadnego hamującego wpływu.

d) Wyizolowanie antocjanogenu.

W celu zidentyfikowania owego chromogenu przeprowadzono jego wydzielenie z ekstraktu w sposób następujący: powyższy (a) świeży ekstrakt zadano podczas mieszania małą ilością roztworu obojętnego octanu ołowiu, który wytrącił kwas szczawiowy i część śluzu. Filtrat po tym białym osadzie zadawno większą ilością owego roztworu octanu ołowiu tak długo jak wypadał żółty osad. Ten odzielono przez płótno a płyn nasycono roztworem zasadowego octanu ołowiu; otrzymano jeszcze nieco ciemno-żółtego osadu. Obie wytrącone frakcje wyprasowano z nadmiaru wody i rozcierano w moździerzu z 95% alkoholem i nieco sproszkowanym kwasem szczawiowym. Pozostały nierozpuszczone, pianę tworzące śluzy oraz inne zanieczyszczenia, które oddzielono przez filtrowanie. Skoncentrowany, ciemno-żółto zabarwiony filtrat zadawano już niedużą ilością obojętnego, w gorącym alkoholu rozpuszczonego octanu ołowiu. Znów wypadł, jakkolwiek nieliczny, żółty osad. Ten przeniesiono z filtru Buchnera do moździerza i rozcierano z małą ilością wodnego roztworu kwasu szczawiowego. Ciemno-żółty, po szczawianie ołowiu otrzymany filtrat użyto do powyższych (b, c) i do poniższego badania (e).

e) Określenie wyizolowanego chromogenu jako kwercetyny.

1. Małą próbkę powyższego (d) ciemno-żółtego roztworu zmieszano z rozcieńczonym kwasem solnym i zadano proszkiem cynku. Powstał intensywny barwnik czerwony, jaki też pojawił się tu pod działaniem rtęci sodowej.

2. Kropla 1% roztworu chlorku żelaza zabarwiała płyn w obecnosci małej ilości kwasu solnego ciemno-zielono; po ogrzaniu, względnie po dodaniu kwaśnego węglanu sodu kolor zielony przeszedł w fiołkowo-czerwony.

3. Hydroliza glykozydu: część powyższego (d) roztworu zmieszano z taką ilością rozcieńczonego kwasu solnego, by zawierała ona około 3% HCl i ogrzewano we wrzącej kąpieli wodnej przez 30 minut. Płyn zmętniał wskutek wydzielenia nierozpuszczalnego aglukonu. Ten po 24 godzinach odsączono i oczyszczono przez kilkakrotne rozpuszczanie w gorącym, rozcieńczonym alkoholu; otrzymano substancję krystalizującą w postaci żółtych, trudno w wodzie rozpuszczalnych igiełek. Te dawały powyższe (e 1, 2) reakcje barwne i zostały określone jako kryształy kwercetyny. Widocznie flawonol ekstraktu był w postaci glykozydu kwercetyny.

Podobną do powyższej barwnej przemiany flawonolu w antocjanidynę wykazywały ekstrakty i preparaty glykozydów flawonoli otrzymane z białych, względnie żółtych odmian niektórych innych gatunków, jakie też posiadają odmiany czerwone, jak np. *Pelargonium zonale*, *Campanula* sp., *Paeonia* sp., *Viola tricolor* i *Tagetes erecta*.

Ekstrakty natomiast z białej odmiany *Digitalis purpurea*, *Antirrhinum majus* oraz z pomarańczowych odmian *Dahlia variabilis* nie dawały ani czerwonego ani jakiegokolwiek innego barwnika przy zastosowaniu w powyższy sposób cynku, podczas gdy przy użyciu rtęci sodowej dawały barwnik pomarańczowy, co dowodzi, że nie zawierały flawonolu lecz jakieś flawony, względnie ich pochodne.

f) Odwracalne odbarwienie antocjanu.

Zgodnie z powyższym przebiegiem redukcyjno-oksydacyjnej przemiany flawonoli w antocjanidyny odbywa się też podobna przemiana naturalnej antocjanidyny, która, jako produkt utlenienia łatwo ulega redukcji na bezbarwny leuko-związek, który następnie pod działaniem tlenu powietrza łatwo odzyskuje barwę czerwoną. Także tu reduktory hamują powrót barwy czerwonej.

Powyżej podane metody dla badania flawonoli, także tu były stosowane. Powtarzanie więc ich jest zbyteczne. Także w tym przypadku przedłużenie działania czynnego wodoru prowadzi do nieodwracalnego odbarwienia.

Badano czerwone odmiany wyżej wymienionych gatunków a nadto barwnik czerwony z *Tagetes patula*, który ma nieco odmienną budowę. niż antocjanidyny dotychczas opisane. O tym będzie mowa osobno.

g) Redukowanie częściowo oczyszczanych preparatów flawonolu.

Świeże płatki białego, pełnego goździka ogrodowego (*Dianthus* sp.) zalano wrzącym, 0,3% roztworem kwasu szczawiowego. Po 10 minutach ekstrakt odlano i zadano niedużą ilością roztworu obojętnego octanu ołowiu; wypadł obfity, żółtawy osad (Pb. I). Ten odsączono a do filtratu dodano roztworu zasadowego octanu ołowiu; wypadł żółty osad (Pb. II). Oba osady przepłukano wodą i osobno rozłożono wodnym roztworem kwasu szczawiowego. Filtraty po szczawianie ołowiu zmieszano z osobna 1/3 objętości rozcieńczonego (1:4) kwasu solnego i przeniesiono w ilości około 5 ml (cm^3) do próbówek; w celu utrudnienia dopływu powietrza, płyn przykryto około 1 cm grubą warstwą oleju parafinowego. Następnie dodano nieco, uprzednio wodą zwilżonego cynku sproszkowanego. Żółtawy płyn pod olejem uległ natychmiast odbarwieniu; po kilku minutach przeniesiono go pipetą spod warstwy oleju do otwartych probówek. Podczas gdy w redukowanej probówce całkowitego ekstraktu nastąpiło utlenienie z wytworzeniem różowej barwy już po upływie 7 minut, w powyższych

próbkach zaczął się pojawiać barwnik różowy dopiero po dwóch godzinach, przy czym próbka płynu po Pb. II była o wiele silniej, niż próbka po Pb. I, różowo zabarwiona.

h) Redukowanie ekstraktów w nieobecności powietrza.

W powyższym celu mogą służyć rurki w postaci litery Y (opisane w Actach Soc. Bot. Pol. z 1930 r.) a w braku tych najlepiej nadają się próżniowe rurki Thunberg, których zatyczki są wewnątrz puste i na bok zgięte. W te ostatnie wkładano około 20 mg sproszkowanego cynku; w rurki zaś przenoszono pipetą około 3 ml uprzednio z rozcieńczonym kwasem solnym zmieszanego ekstraktu z białych kwiatów róży (hybrydu Texas centenial wzgl. Port's Down Ivory), a nadto nieco reduktorów a mianowicie: 1) 1 ml świeżo wyciśniętego soku cytryny; 2) 1 ml ekstraktu z liści *Portulaca sativa*, jaki sporządzono świeżo przez zalanie liści 0,3% wrzącym roztworem kwasu szczawiowego; 3) Do trzeciej rurki dodano około 12 mg kwasu askobrowego (pół tabletki preparatu witaminy C); 4) 15 mg glukozy wzgl. 5) 15 mg hydrochinonu dodano do innych rurek. Po uszczelnieniu zatyczek gęstą wazeliną rurki połączono z manometrem a ten z rurką absorbcyjną, zawierającą węglan wapnia i dołączoną do pompy olejowej, przy pomocy której osiągano około 0,9 ml słupa rtęci. Próżnię taką utrzymywano przez 10 minut; następnie zatyczkę przekręcono i odłączono od manometru; przez lekkie przechylenie rurki przesypano cynk do płynu. Nastąpiło silne wywiązywanie wodoru; płyn, pierwotnie żółtawo zabarwiony, momentalnie uległ odbarwieniu. Po pięciu minutach przeniesiono go przez filtr do probówki i notowano czas wystąpienia w nim barwy czerwonej. Podczas gdy w próbce kontrolnej barwa różowa pojawiła się natymiast, w próbkach zawierających jeden z dodanych do nich reduktorów barwa różowa zaczęła się pojawiać dopiero po upływie 5 lub więcej godzin. Stosunkowo najsilniej było utrudnione utlenianie zredukowanego flawonolu przez sok cytrynowy i ekstrakt z liści *Portulacca*.

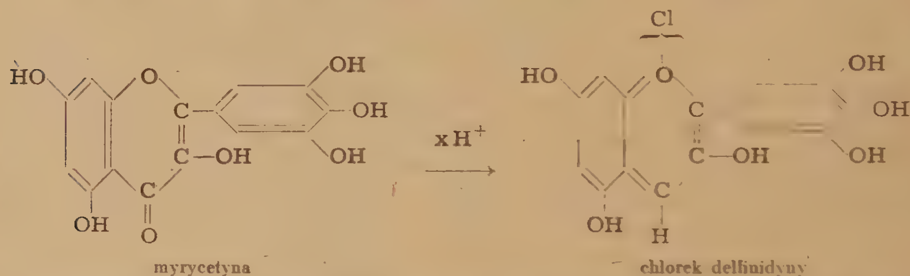
Dyskusja

Powyższe doświadczenia przedstawiają dalszy ciąg w jesieni 1949 r. rozpoczętych badań (6), w których stwierdzono powstawanie barwnika o cechach antocjanu z jakichś substancji zawartych w wodnych ekstraktach z liści i z dojrzewających, jeszcze żółtych śliwek „Victory", zanim pojawił się w nich barwnik czerwony. Zauważono wtedy, że ów barwnik nie utrwalał się w ekstrakcie przed utlenieniem w nim reduktorów. W celu więc bliższego wniknięcia w istotę owego redukcyjno-oksydacyjnego procesu przystąpiono do powyżej opisanych doświadczeń, przeprowadzanych (znów dorywczo tj. w wolnych od zarobkowych zajęć chwilach) na ekstraktach z korony kwiatów, które czasem obfitują w flawonole względnie w antocjan. Dało się przy tym ustalić, że antocjan

powstaje z flawonoli po uprzednim ich częściowym zredukowaniu a następnym utlenieniu ich pochodnej.

Przemianę flawonolu w barwnik czerwony obserwował po raz pierwszy już Stein (1863) i Hlasivetz (1864), jak to cytuje Czapek (2) oraz Willstätter i Mallison (11). W owym doświadczeniu czynny wodór był wywiązywany z kwasu solnego przy pomocy rtęci sodowej i działał na alkoholowy roztwór kwercetyny. Później stosowano cynk względnie magnez dla barwnej przemiany flawonoli, podczas gdy rtęć sodowa służy do wykrycia obecności flawonów. Okazało się przy tym, że kwercetyna występuje w dwóch izomeronach i reaguje zarówno jako flawonol jak też jako flawon (Kostanecki).

Barwnik czerwony, jaki w powyższych reakcjach powstaje, został przez Everesta (3) zidentyfikowany jako antocjanidyna, jak to Everest przedstawił w następujących wzorach strukturowych:

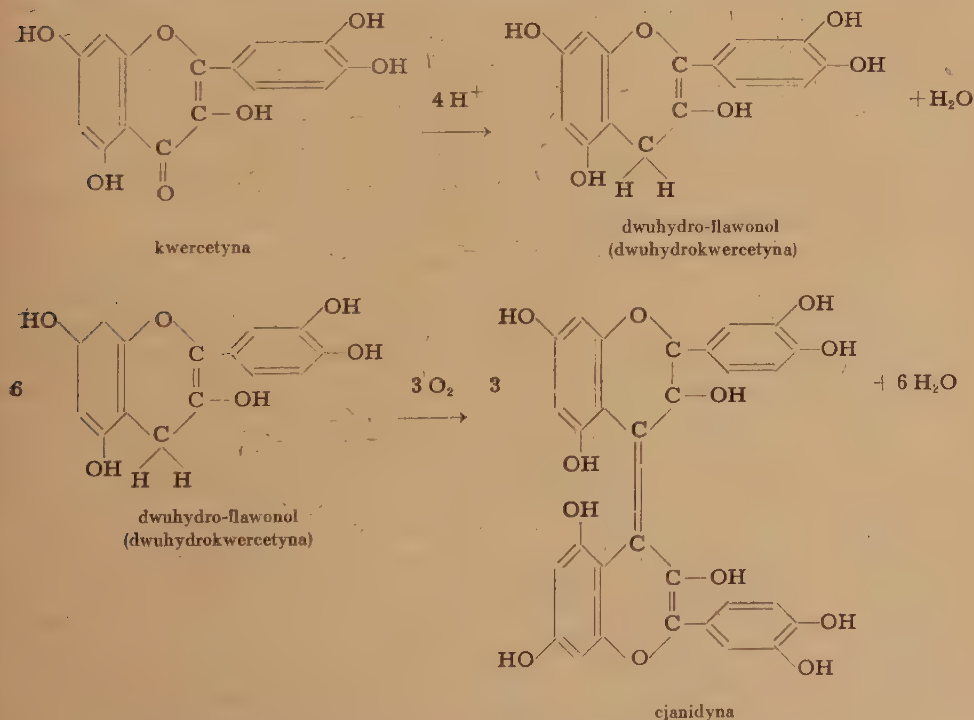


Tak więc zdaniem Everesta antocjanidyna ma zasadniczo taki sam wzór strukturowy, co podane przez Kostaneckiego (5) związki flawonowe. Pogląd Everesta, że antocjanidyny powstają przez redukcję flawonoli, podzielał też współpracujący z nim wówczas Willstätter, który potem zbadał cały szereg antocjanów i podał dla nich budowę chemiczną (11). Dzięki jego licznym pracom, hypoteza redukcji została przyjęta, jako pewna, w podręcznikach fizjologii roślin.

Trudno jednak było pogodzić ów pogląd z obserwacjami, jakie poczynili francuscy botanicy, według których tlen powietrza jest niezbędny dla pojawienia się w roślinach antocjanu (Malvezin, Molliard, Combes, ... cyt. Czapek). Na tej to podstawie angielscy botanicy postawili hypotezę, że antocjan powstaje w roślinach na drodze utleniania przez enzymy utleniające, oksydazy i peroksydazy, jak to przedstawiła Wheldale Onslow (10) oraz Keeble i Armstrong (4), do których ostatnio przyłączył się Robinson (8); ten odrzucił hypotezę Everesta i Willstättera jako zupełnie nieuzasadnioną w następującym stanowczym orzeczeniu: „I consider that identification of the anthocyan chromogen with the flavonol was an unfortunate obsession of the plant physiologists, and that in different forms the oxidase hypohesis of Keeble

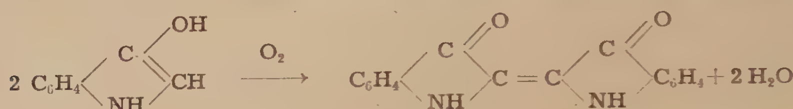
and Armstrong will be recived". (Uważam utożsamianie chromogenu antocjanu z flawonolem jako niefortunne opanowanie fizjologów roślin (przez ową ideę) i (sądzę), że w odmiennych formach zostanie do życia przywrócona hipoteza oksydaz, jaką podali Keeble i Armstrong). (por. też Nature 1936). Przyczynę niepewności owych dwóch, wzajemnie się wykluczających hypotez wykazują powyższe doświadczenia, które wprawdzie potwierdzają pogląd, że antocjanidyny mają swe początki we flawonolach lecz zarazem wyraźnie zaznaczają fakt, że nie ma tu ani czystej redukcji, jak to sądził Everest i Willstätter, ani też czystego utleniania przez enzymy, jak to przypuszczają botanicy angielscy; w owym bowiem zjawisku zachodzi zarówno redukcja jak i utlenianie. Częściowe uwodornienie drobiny flawonolu na jego bezbarwną i na działanie tlenu bardzo wrażliwą pochodną jest tu warunkiem tak samo niezbędnym, jak następne utlenienie owej pochodnej na barwnik czerwony.

Na razie trudno jest określić budowę owej labilnej pochodnej, można tylko przyjąć tu z dużym prawdopodobieństwem, że jest to dwuhydroflawonol. Z przyjęciem więc owego zastrzeżenia można tu przedstawić genezę antocjanidyny następującymi wzorami strukturowymi:



W powyższych, próbnych wzorach strukturowych jest zbyteczne uciekanie się do czysto spekulatywnego przyjmowania hipotetycznego

istnienia czterowartościowego atomu tlenu i rzekomego również niczym nie uzasadnionego przegrupowania wiązań podwójnych w pierścieniu gama-pyronowym, jako warunku powstania antocjanidyny, jak to usiłowali przedstawić Everest i Willstätter. Natomiast zachodzi tu wielkie prawdopodobieństwo, że w momencie samoutleniania się dwuhydroflawonolu dwie jego drobiny łączą się w jedną dwukrotnie większą drobinę antocjanidyny, analogicznie jak to stwierdzono w chemii wielu innych barwników, a między innymi w przypadku powstawania z dwóch drobin bezbarwnego indoksylu jednej drobiny błękitu idygowego (indigotyny):



Przyjęcie powyższego lub też podobnego wzoru strukturowego antocjanidyny łatwo wyjaśnia też fakt jej przemiany, jaka zachodzi na odwracalnej drodze redukcji i utleniania.

Wyjaśnić tu też należy, że w powyższej reakcji odbarwiania antocjanidyny na jej „leuko-związek powstaje właściwa leuko-antocjanidyna, która łatwo z powrotem się utlenia na antocjanidynę. Termin więc ów nie ma nic wspólnego z terminem w niewłaściwym znaczeniu przez Rósenheim (9) podanym a następnie przez Robinsonów przyjętym, którym oznaczano bliżej jeszcze nieokreślone (prawdopodobnie pochodne antocjanidyny), w liściach pospolite związki bezbarwne, które dają barwne pochodne antocjanidyny przez samą już ich hydrolizę, a przy której ani redukcja ani też utlenienie nie jest niezbędne.

Należy tu też zaznaczyć, że rolę kwasu askorbowego w procesach przemiany pokrewnych (z flawonami) garbników obserwowali Bokuchava, Popow i Shubert (1) w swych badaniach nad rolą garbników w oksydacyjno-redukcyjnych procesach roślin, którzy też stwierdzili, że „zanim kwas askorbowy nie zostanie utleniony, nie powstaje żaden barwnik ani też nie zmniejsza się miano garbników“ (until ascorbic acid is oxidized, no pigment formation or loss of the tannins takes place“) cytat z Chem. Abstr. 45. 8088 (1951).

Lecat (7) stwierdził, że w kwiatach ilość kwasu askorbowego zmniejsza się w miarę ich rozwoju, podczas gdy w soczystych owocach (pomidorach) przybywa go w miarę ich dojrzewania.

Streszczenie i wnioski.

Powyżej opisane doświadczenia nad redukcją flawonolu przez czynny wodór na bezbarwną pochodną i nad następnym utlenianiem tej ostatniej na antocjanidynę, rzucają nowe światło na problem powstawania

antocjanu w roślinach; wysuwają bowiem na plan pierwszy niezbędność badania redukcyjno-oksydacyjnego systemu, w którym pierwszorzędną rolę odgrywają enzymy redukujące (dehydrogenazy, hydrogenazy, ich ko-enzymy, donatory i akceptory wodoru).

Stwierdzenie zaś faktu, że owa bezbarwna pochodna flawonolu utleniana jest działaniem molekularnego tlenu powietrza, pozwala wnioskować, że w roślinach odbywa się owo utlenianie bez współdziałania jakichkolwiek enzymów (oksydaz i peroksydaz).

SUMMARY

When aqueous, flavonol containing extracts of various yellow or white flowers are mixed with some anti-oxidants (ascorbic acid, monose-sugars) and exposed for a short time to the influence of active hydrogen, flavonols become decolorized; after that, however, when the added reductors are by air oxidized those colorless flavonol-derivatives too become oxidized by air oxygen with a production of anthocyanidins.

Neither the hypothesis of reduction (Everest, Willstätter) nor that of oxidation (Wheldale Onslow, Keeble and Armstrong, Robinson) have been found by the above method to be justified.

There is full evidence that flavonols in a reduction-oxidation system are transformed into antocyanidins. A reduction of a flavonol into a partly hydrogenated, colorless, very labile and to the action of molecular oxygen very sensitive derivative (possibly to a dihydroflavonol) represents an indispensable condition (conditio sine qua non) of its consecutive oxidation by air-oxygen into an anthocyanidin.

It is very probable that in the moment of such oxidation two molecules of that „dihydroflavonol" are bound together in a similar form as in the case of an oxidation of the colorless indoxyl into indigoblue (indigotin). In the proposed structural formula of the anthocyanidin a hypothetical presence of a quadrivalent atom of oxygen and of a shifting of double bonds in the gama-pyron ring, as it was suggested by Everest, is here eliminated.

The fact of the reduction of a flavonol by active hydrogen demands, consequently, as in many other biochemical processes, also here an interaction of reducing enzymes. On the other hand, an easy oxidation of that dihydroflavonol into athocyanidin by molecular oxygen indicates that in nature an action of oxidizing enzymes (oxidases, peroxidases) in the formation of anthocyanidins is superfluous.

One should take also into consideration that a prolonged action of active hydrogen brings a flavonol as well as an anthocyanidin into an irreversibly colorless compound.

To the presence of quercitin in the flowers of white and yellow varieties corresponds that of cyanin in red varieteis of the garden rose as well as of many other species.

LITERATURA

1. Bokuhava, Popow i Shbert, Dokłady Akad. Nauk S. S. S. R. 76. 439 (1951). Chem. Abstr. 45.8088 (1951).
2. Czapek Fr., Biochemie der Pflanzen. Praga 1913, 2-gie wyd. 1921 3 tomy.
3. Everest, Proc, Roy. Soc. (London). B. 87.444 (1914, B. 90.257 (1918).
4 Keeble and Armstrong, Proc. Roy. Soc. (London). B. 8.214,466 (1912), B. 87.113 (1913).
5. Kostanecki i współpracownicy. Seria prac ogłoszonych w Ber. d. d. chem. Ges. w latach 1895—1904, w tomach 28, 31, 32, 37 i in.
6. Kozłowski A., Acta Soc. Bot. Pol. XX. 251—259 (1949—1950).
7. Lecat. Ann. Sci. Nat. Botł 10. 71—90 (1949). Plant and Soil. 3. 267—308 (1951). Chem. Abstr. 46. 9670 (1952).
8. Robinson. Nature. 135.732 (1935). 137.172 (1936).
9. Rosenheim. Biochem. J. 14. 178 (1920)..
10. Wheldale Onslow (Muriel). The anthocyan pigments of plants. 2-gie wydanie University Press. Cambridge.
11. Willstätter und Everest, Liebig's Ann. 401 (1913).
„ und Mallison, „ „ 408.15 (1915).
„ i współpracownicy, seria prac ogłoszonych w Liebig's Ann. w latach 1913—1917, w tomach 401—412.

Straty karotenu i witaminy C w sianach z różnych gatunków traw po upływie 2 miesięcy od skoszenia

Loss of carotenes and vitamine C content in the hay from different forage plants after two monthes storage.

E. SYRUCZEK

Wpłynęło 16.III.1953

Celem niniejszej pracy było oznaczenie zawartości biologicznie czynnych karotenoidów oraz kwasu l-askorbinowego w poszczególnych gatunkach traw i roślin łąkowych wyhodowanych w Ogrodzie Botanicznym Akademii Medycznej w Białymstoku, po upływie 2-ch miesięcy od czasu skoszenia oraz oznaczenia powstałych strat wymienionych związków w porównaniu z poziomem ich, oznaczonym bezpośrednio po ścięciu, czyli w surowej roślinie.

Do analiz koretenu stosowano metodę podaną przez Diewiatnina, stężenie oznaczono przy pomocy elektrokolorymetru „Lumetron" i przeliczano na suchą masę.

Zawartość kwasu 1-askorbinowego oznaczono metodą Emmerię i Eekelena udoskonaloną przez Fellenberga.

Wyniki analiz ilustrujące straty karotenu w poszczególnych gatunkach traw przedstawiają się jak niżej:

Straty karotenu w sianach traw po 2-miesięcznym ich przechowywaniu od chwili ścięcia (tablica I).

Straty całkowitego kwasu 1-askorbinowego w trawach po 2-miesięcznym ich przechowywaniu od chwili ścięcia (wyniki analiz po redukcji siarkowodorem) (tablica II).

Pod względem strat czynnych biologicznie karotenoidów, siana z poszczególnych gatunków traw i roślin pastewnych podzielić można na 3 grupy:

1) siana, które straciły od 68—75% karotenoidów;
2) te, które straciły od 75—85% karotenoidów i te,
3) które straciły od 85 — 94% karotenoidów.

TABLICA I

L. p.	Gatunek trawy	Karoten w trawie w 100 g suchej masy w mg.		Straty w %
		po ścięciu*)	po 2 miesięcznym przechow.	
1	*Dactylis glomerata*	15,78	5,04	68
2	*Bromus erectus*	10,91	3,44	68
3	*Aira caespitosa*	13,26	3,70	72
4	*Poa cenisia*	11,48	3,09	73
5	*Poa compressa*	15.66	3,97	75
6	*Poa annua*	12,92	2,78	78
7	*Onobrychis sativa*	16,79	3,24	80
8	*Avena pubescens*	15,93	2,72	83
9	*Festuca ovina*	10,70	1,86	83
10	*Festuca arundinacea*	29.68	4.76	84
11	*Poa violacea*	12,16	1,89	84
12	*Poa capitata*	18.52	2,86	85
13	*Phleum pratense*	14.22	2.13	85
14	*Medicago lupulina*	24.97	3,56	86
15	*Medicago sativa*	16.84	2.30	86
16	*Trisetum sibiricum*	19.01	2,61	86
17	*Poa nemoralis*	22.66	2.85	87
18	*Calamagrostis sp.*	13.34	1,74	87
19	*Phalaris arundinacea*	17.09	1,92	89
20	*Trifolium pratense*	17.56	1.84	90
21	*Poa palustris*	16.51	1.61	90
22	*Poa pratensis*	21.88	1,75	92
23	*Poa abisinica*	35,06	2,21	94

Zawartość kwasu 1-askorbinowego w sianach z omawianych traw po 2-miesięcznym przechowywaniu wynosi od 0,8—3.8 mg%, przy czym straty w porównaniu z jego zawartością natychmiast po ścięciu wynoszą 96,2—99,2%. Jak widać z tego, straty są bardzo duże, i siana normalnym sposobem zbierane jako źródło witaminy C nie przedstawiają poważniejszego znaczenia.

Wyniki również wskazują, że dotychczasowy sposób suszenia siana na wolnym powietrzu prowadzi do wielkich strat substancji czynnych i wobec tego należałoby opracować bardziej racjonalny sposób suszenia i przechowywania siana.

* Analizy wykonane przez Mgr. Dr Kruze i Mgr. J. Winiarską.

TABLICA II

L. p.	Gatunek trawy	kwasu 1-askorb. w mg. w trawie w 100 g suchej masy		Straty w %
		po ścięciu*	po 2 miesięcznym przechow.	
1	*Poa capitata*	100,2	3,80	96,2
2	*Poa cenisia*	180,7	4,57	97,5
3	*Phalaris arundinacea*	207,6	3,98	98,1
4	*Poa nemoralis*	261,6	4,76	98,2
5	*Phleum pratense*	231,9	4,16	98,2
6	*Poa palustris*	211,3	3,80	98,2
7	*Poa compressa*	301,8	4,55	98,5
8	*Poa abisinica*	327,8	5,32	98,4
9	*Poa violacea*	196,6	3,01	98,5
10	*Calamagrostis sp.*	189,2	2,92	98,5
11	*Brômus erectus*	203,7	2,78	98,6
12	*Festuca ovina*	224,9	3,08	98,6
13	*Poa pratensis*	305,0	4,15	98,6
14	*Medicago sativa*	246,1	3,29	98,7
15	*Onobrychis sativa*	397,1	4,96	98,7
16	*Avena pubescens*	513,9	6,72	98,7
17	*Dactylis glomerata*	216,0	2:75	98,7
18	*Poa annua*	297,0	3,75	98,8
19	*Festuca arundinacea*	348,4	3,87	98,9
20	*Trisetum sibiricum*	436,9	4,12	99,1
21	*Trifolium pratense*	252,4	2,18	99,1
22	*Medicago lupulina*	772,7	6,23	99,2
23	*Aira caespitosa*	267,2	2,18	99,2

SUMMARY

The losses of the total carotenes and 1-ascorbic acid contents, after the period of two monthes storage, are given in the Polish text. The losses of carotenes range from 68% to 94% according to the species investigated. The loss of 1-ascorbic acid is nearly total in all investigated species.

Z Zakładu Biologii Akademii Medycznej w Białymstoku
Kierownik prof. dr W. Sławiński

Mykotrofizm olesów Białowieskiego Parku Narodowego i Domaszyna pod Wrocławiem

Über der Mykotrophismus der Pflanzenassoziationen der Erlenwälder im Nationalpark Białowieża und in Domaszyn bei Wrocław.

WANDA TRUSZKOWSKA

Wpłynęło 16.III.1953.

Lasy olszowe są drzewostanem pospolitym w Polsce, występującym na terenach okresowo zatapianych lub zabagnionych, gdzie płytka woda podskórna jest jeszcze w znacznym stopniu ruchliwa. Trzeba między nimi wyróżnić olesy i olszyny (Paczoski, 1930). W pracy tej uwzględniono tylko asocjacje roślinne olesów, które Paczoski (1930) na podstawie badań fitosocjologicznych w Puszczy Białowieskiej rozklasyfikował ze względu na skład drzewostanu następująco: oles dębowy *(Alnetum-quercosum)*, jesionowy *(Alnetum-fraxinosum)*, świerkowy *(Alneto-piceetum)*, brzozowy *(Alneto-betuletum)* i borowy *(Alneto-pineto-piceetum)* oraz towarzyszące im drzewostany przejściowe do grudów nazwane olesogrudami *(Alno-carpineta)*.

Matuszkiewicz (1952), opierając się na wzorach szkoły francusko-szwajcarskiej (Braun-Blanquet) wyróżnił w Białowieskim Parku Narodowym tylko dwa rodzaje olesów: *Alnetum glutinosae typicum* czyli oles typowy oraz *Fraxineto-Alnetum* — oles jesionowy.

Dwie przytoczone klasyfikacje zespołów olesowych poważnie różnią się między sobą. Klasyfikacja Matuszkiewicza stanowi jakby ramy, ograniczające klasyfikację Paczoskiego, dlatego uwzględniłam odbydwie, w ten sposób, że zespoły wydzielone przez Paczoskiego takie jak: *Alneto-betuletum* i *Alneto-piceetum* (pozostałe asocjacje nie występują na terenie rezerwatu) umieściłam pomiędzy dwoma asocjacjami opisanymi przez Matuszkiewicza, jako przejściowe i uzupełniające. *Alno-carpinetum*, jako zespół przejściowy do grudów, zamieszczono na końcu. W ten sposób wyczerpano mniej więcej wszelkie kombinacje zespołów olesowych z terenu rezerwatu w Białowieży.

Zespoły roślinne olesów zostały wybrane do badań ze względu na specyficzne warunki siedliskowe to znaczy: zabagnienie terenu, znane jako czynnik niesprzyjający rozwojowi mykorhiz oraz obojętny lub słabo kwaśny odczyn gleby i wody gruntowej, sprzyjający rozwojowi bakterii, a w tym wypadku szczególnie promieniowców.

Z zestawienia literatury jakie podaje Jaczewski (1934), Kelley (1950) oraz z badań Dominika (1948), Truszkowskiej (1951) i Pachlewskiego z Gągalską (1953) wynika, że zagadnienie mykotrofizmu zespołów olesowych jest już w dużej mierze opracowane, to znaczy przebadano korzenie większości roślin, wchodzących w skład tych asocjacji ale w rozmaitych warunkach ekologicznych (gatunki opracowane po raz pierwszy zaznaczę gwiazdką przy zestawieniu wyników badań własnych).

Asai (1934) wykazał, że zasadniczym czynnikiem przeciwdziałającym tworzeniu mykorhiz jest woda, badania swoje przeprowadził na trawach. U roślin wziętych do badań ze środowiska wodnego mykorhiz nie znaleziono, co nie znaczy że nie mogą one w ogóle ich wytwarzać, gdyż przesadzone do gleby, po pewnym czasie, zaczęły tworzyć mykorhizy. Następne pokolenie, które wyrosło z nasion roślin pochodzących z wody, na podłożu niesterylizowanym, po kilku miesiącach od momentu wykiełkowania, wytworzyło mykorhiży.

Björkman (1949) wykazał, że mykorhizy najlepiej rozwijają się u roślin wegetujących w pełnym oświetleniu słonecznym oraz przy pewnym ale niezbyt dużym braku łatwo przyswajalnego azotu i fosforu.

Terenem moich badań są olesy Białowieskiego Parku Narodowego oraz użytkowany las olszowy w Domaszynie pod Wrocławiem o 8 ha powierzchni, z którego tylko niewielką część można zakwalifikować jako oles jesionowy.

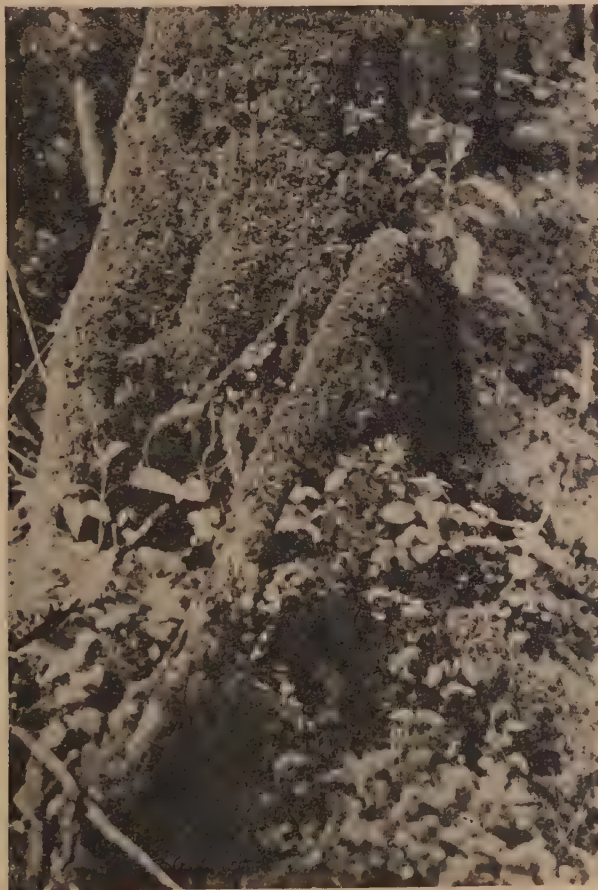
Na terenie rezerwatu w Białowieży wybrano na podstawie opracowania fitosocjologicznego biotopów leśnych Paczowskiego (1930) i Matuszkiewicza (1952) sześć fragmentów olesów, gdzie zebrano



Ryc. 1. Białowieski Park Narodowy, oddział 340. *Fraxineto-Alnetum*, fragment aspektu wiosennego. Fot. autor.

korzenie roślin. Aby możliwie wyczerpać długą listę roślin olesowych podaną przez P a c z o s k i e g o (1930) wybrano: *Alnetum glutinosae typicum* z oddz. 344—345, *Fraxineto-Alnetum* z oddz. 340 i 314, *Alneto-betuletum* z oddz. 283, *Alneto-piceetum* z oddz. 225 (256) i *Alno-carpinetum* z oddz. 258.

Materiał do badań z rezerwatu w Białowieży zbierano podczas ostatniej dekady maja i czerwca 1952 r. z Domaszyna przez cały okres wegetacyjny 1951 i 52 r.



Ryc. 2. Białowieski Park Narodowy, oddział 314. *Fraxineto-Alnetum* fragment aspektu wiosennego. Fot. R. Pachlewski.

Olesy rezerwatu leśnego w Białowieży zostały bardzo pięknie i wyczerpująco opisane pod względem florystycznym przez P a c z o s k i e g o (1930) i M a t u s z k i e w i c z a (1952) oraz glebowym przez W ł o c z e w s k i e g o (1952) tak, że ograniczę się, na tej podstawie, do podania tylko własnych wyników badania mykotrofizmu.

Gatunek rośliny	Włośniki	Białowieski Park Narodowy												Domaszyn	
		Alneto-betuletum		*Alnetum glutinosae*		*Alneto-piceetum*		*Fraxineto-Alnetum*		*Fraxineto-Alnetum*		*Alno-carpinetum*		*Fraxineto-Alnetum*	
		mykorhiza		mykorhiza		mykorhiza		mykorhiza		mykorhiza		mykorhiza		mykorhiza	
		end.	ekt.	end.	ekt.	end.	ekt.	end.	ekt.	end.	ekt.	end.	ekt.	end.	ekt.
Acer campestre	+													+	
Acer platanoides	+	+						+		+		+		+	
Acer pseudoplatanus	+													+	
Adoxa moschatellina *	+									—		—		—	
Aegopodium podagraria	+			+				+		+		+		+	
Aethusa cynapium *	+													+	
Ajuga reptans	+	+								+		+		+	
Alisma plantago	+													—	
Alliaria officinalis *	+													—	
Alnus glutinosa	—		A	+			A		A		A i C		A		Dn
Anemone nemorosa	+											+			
Anemone ranunculoides	—							+		+		+			
Aruncus silvester *	+									+					
Asarum europeum	+	+				—				+		+			
Asperula odorata	+									+		+			
*Aspidium cristatum**	+			+											
*Aspidium spinulosum**	+			+		+		+		+				—	
Aspidium thelypteris	+	—		—											
Athyrium filix femina	+					+		+		+		+		—	
Betula pubescens	+		A i Dn		A i Dn									+	
Bidens tripartitus	+													+	
Calamagrostis arundinacea	+													+	
Caltha palustris	+					—		—		+		—			
Cardamine amara	+			—		—		—		—		—			
Carex acutiformis	+	—		—		—								—	
Carex elongata	+	—		—		—		—		—					

Gatunek rośliny	Włośniki	Białowieski Park Narodowy												Domaszyn	
		Alneto-betuletum		*Alnetum glutinosae*		*Alneto-piceetum*		*Fraxineto-Alnetum*		*Fraxineto-Alnetum*		*Alno-carpinetum*		*Fraxineto-Alnetum*	
		mykorhiza		mykorhiza		mykorhiza		mykorhiza		mykorhiza		mykorhiza		mykorhiza	
		end.	ekt.	end.	ekt.	end.	ekt.	end.	ekt.	end.	ekt.	end.	ekt.	end.	ekt.
Carex remota	+					—		—		—					
Carpinus betulus	—						A i Dn						A, Dn, B		
Chaerophyllum hirsutum	+			+				+		+		+			
Chaerophyllum temulum	+													—	
Chelidonium maius	+													—	
Chrysosplen. alternif.	+	—		—						—		—		—	
*Circea lutetiana**	+													+	
Cirsium palustre	+	+						—		+		—		+	
*Cirsium rivulare**	+	—													
Comarum palustre	—			—											
Convallaria majalis	+	—													
Cornus sanguinea	—	+													
Corylus avellana	—		A				A i Dn		A		A		A		A
*Crepis paludosa**	+	+						+		+		+			
Dactylis glomerata	+													+	
Daphne mezereum	—	+						+		+		+			
Equisetum limosum	+	—				—									
Equisetum pratense	+									—		—		+	
Equisetum silvaticum	+					—									
Eupatorium cannabinum	+	+				—								+	
Evonymus europea	+							+							
Evonymus verrucosa	+					+				+		+		+	
*Festuca gigantea**	+													—	
Ficaria verna	+											+		+	
Filipendula ulmaria	+	—		—		+		+		+		+		+	
Fraxinus excelsior	+					+		+		+		+		+	

Gatunek rośliny	Włośniki	Białowieski Park Narodowy												Domaszyn	
		Alneto-betuletum		*Alnetum glutinosae*		*Alneto-piceetum*		*Fraxineto-Alnetum*		*Fraxineto-Alnetum*		*Alno-carpinetum*		*Fraxineto-Alnetum*	
		mykorhiza		mykorhiza		mykorhiza		mykorhiza		mykorhiza		mykorhiza		mykorhiza	
		end.	ekt.	end.	ekt.	end.	ekt.	end.	ekt.	end.	ekt.	end.	ekt.	end.	ekt.
Gagea lutea	+													—	
Galeobdolon luteum	+			—				+		+		+			
Galium aparine *	+									+				—	
Galium palustre	+					+		—						—	
Galium uliginosum	+											—			
Geranium Robertianum	+	+				+		+		+		—		+	
Geum rivale	+	+		+		+		+		+				+	
Geum urbanum *	+													+	
Glechoma hederacea	+													—	
Glyceria aquatica *	+													—	
Hepatica triloba	+											+			
Hottonia palustris *	+			—						—				+	
Humulus lupulus *	+					+		+						—	
Impatiens noli tangere	+	+		—		+		+		+		+		+	
Impatiens parviflora *	+													+	
Iris pseudoacorus	+	—		—		—								+	
Lathyrus vernus	+											+			
Lychnis flos cuculi	+	—				+									
Lycopus europeus	+	—		—		—		—		—		—		+	
Lysimachia nummularia	+													+	
Lysimachia thyrsiflora *	+	—		—		—				—					
Lysimachia vulgaris *	+			+		+		+		+					
Lythrum salicaria	+	+				—									
Majanthemum bifolium	+			—				—		+					
Mentha aquatica	—													+	
Mentha austriaca *	+					+		—							

Gatunek rośliny	Włośniki	Białowieski Park Narodowy												Domaszyn	
		Alneto-betuletum		*Alnetum glutinosae*		*Alneto-piceetum*		*Fraxineto-Alnetum*		*Fraxineto-Alnetum*		*Alno-carpinetum*		*Fraxineto-Alnetum*	
		mykorhiza		mykorhiza		mykorhiza		mykorhiza		mykorhiza		mykorhiza		mykorhiza	
		end.	ekt.	end.	ekt.	end.	ekt.	end.	ekt.	end.	ekt.	end.	ekt.	end.	ekt.
Mercurialis perennis	+									+		+			
Milium effusum	+	—						—		—		—		—	
Moehringia trinervia *	+			—		—									
Myosotis palustris	+	—		—		+		—		—		—		+	
Oenanthe aquatica *	+	—													
Oxalis acetosella	+	+		+				+		+		+		—	
Paris quadrifolia	+	+								+		+			
Peucedanum palustre *	+			+											
Picea excelsa	—				A i Dn		A		A i Dn		A		A, Da, B		A
Pirola secunda	+														
Phegopteris dryopteris	+			+		+				+		+			
Phragmites communis	+			—		+									
Polygonum hydropiperis *	+													—	
Polygonatum multiflorum	+							—				—			
Prunus padus	+	+				+		+		+		+		+	
Quercus robur	—		A				A						A		A
Ranunculus cassubicus *	+							+		+		—			
Ranunculus lanuginosus *	+	+				+				+		+		+	
Ranunculus repens	+	—		+		+		—		+		—			
Rhamnus carthartica *	+	+												+	
Rhamnus frangula	—		A i Dn	+		+									
Ribes nigrum *	—	+				+									
Ribes rubrum *	+					+		+				+		+	
Rubus caesius	—													+	
Rubus idaeus	+	+		+		+		+		+		+		+	
Rubus saxatilis *	—									+					

Gatunek rośliny	Włośniki	Białowieski Park Narodowy												Domaszyn.	
		Alneto-betuletum		*Alnetum glutinosae*		*Alneto-piceetum*		*Fraxineto-Alnetum*		*Fraxineto-Alnetum*		*Alno-carpinetum*		*Fraxineto-Alnetum*	
		mykorhiza		mykorhiza		mykorhiza		mykorhiza		mykorhiza		mykorhiza		mykorhiza	
		end.	ekt.	end.	ekt.	end.	ekt.	end.	ekt.	end.	ekt.	end.	ekt.	end.	ekt.
*Rubus suberectus**	+														A
*Rumex conglomeratus**	+											—		—	
*Rumex paluster**	+	—												—	
Salix cinerea		+	A		A										
Sambucus nigra	+													+	
Scirpus silvaticus	+							—						—	
*Scrophularia alata**	+													—	
Scrophularia nodosa						+								+	
*Scutellaria galericulata**	+	+													
*Sium angustifolium**	+													+	
Solanum dulcamara	+	—		—		+		+				—		+	
Sorbus aucuparia	+			+	A i Dn			+		+		+		+	
*Sparganium simplex**	+													—	
*Stachys palustris**	+			+		+									
Stachys silvaticus	+													+	
*Stellaria holostea**	+			—								—			
*Stellaria nemorum**	+			—				—		—		—		—	
Symphytum officinale	+													+	
Tilia parvifolia	—								A		A			+	
Ulmus campestre	+													+	
Ulmus montana	—							+		+		+			
Urtica dioica	+	—		—		+		—		—		—		—	
Valeriana officinalis	+					—									
*Veronica beccabunga**	+							—							
*Viburnum opulus**	+	+				+		+		+					
Polypodium vulgare	+									+					

Objaśn. do tabeli: + mykorhiza jest, — mykorhizy brak. Litery A, B, C, Da i Dn oznaczają typy mykorhiz ektotroficznych w/g klasyf. Melina (Björkman, 1942 r.)

Dyskusja wyników.

1. Po przebadaniu korzeni roślin, stanowiących asocjacje olesowe, stwierdzono że: wszystkie drzewa, wchodzące w skład górnego piętra, tak w Białowieskim Parku Narodowym jak i w Domaszynie tworzą mykorhizy. Z tego na siedem gatunków, stanowiących drzewostan (olsza, jesion, świerk, brzoza, klon, dąb i grab) — świerk, brzoza, dąb i grab tworzą wyłącznie mykorhizy ektotroficzne typu A, B, C, D, Da i Dn wg klasyfikacji Melina, jesion i klon — wytwarzają mykorhizy endotroficzne, olsza tworzy mykorhizy endotroficzne i ektotroficzne.

2. Wszystkie drzewa i krzewy, stanowiące drugie piętro asocjacji (podszyt) są mykotroficzne. Na dwadzieścia trzy gatunki — szesnaście tworzy wyłącznie mykorhizy endotroficzne, dwa tworzą mykorhizy ektotroficzne, a pięć tworzy mykorhizy endotroficzne i ektotroficzne zależnie od warunków siedliskowych.

3. Pomiędzy typami mykorhiz ektotroficznych najliczniej reprezentowany jest typ A potem Dn. Typ C i Da znaleziono tylko raz, typ B dwukrotnie. Największą różnorodność typów mykorhiz ektotroficznych znaleziono w olesogrudzie (A, B, Da i Dn).

4. Pośród roślin runa, stanowiących trzecie, najniższe piętro asocjacji, 61,8% tworzy mykorhizy endotroficzne, a 38,2% roślin runa zachowuje autotrofizm.

W toku badania mykorhiz endotroficznych zaobserwowano, zgodnie z danymi z literatury, u korzeni wypełnionych skrobią, co często spotyka się na wiosnę, że grzybnia i skrobia nie występują razem w tych samych komórkach kory pierwotnej (przykład — *Asarum europeum).* Zjawisko to można by tłumaczyć zapotrzebowaniem grzyba na węglowodany (Björkman, 1949), dlatego w komórkach, gdzie występują zdrowe strzępki grzybni, skrobia została zużyta.

5. Na specjalną uwagę zasługuje grupa drzew i krzewów, które wytwarzają mykorhizy ektotroficzne i endotroficzne. Należy do nich w drzewostanie olsza, a w podszycie — wierzba, lipa, jarzębina i kruszyna.

Alnus glutinosa — jedynie tylko w zespole *Alnetum glutinosae typicum* tworzy wyłącznie mykorhizy endotroficzne. Dla wyjaśnienia tego zjawiska przypomnę, że objęty badaniami fragment oddziałów 344—345 leży na terenie okresowo zatapianym. Przyczyny tworzenia mykorhiz endotroficznych można by szukać w silnym zwilgoceniu gleby, co uniemożliwia z braku tlenu, tworzenie mufek grzybowych na powierzchni korzeni.



Ryc. 3. Domaszyn, *Fraxineto-Alnetum,* fragment aspektu wczesnowiosennego. Fot. autor.



Ryc. 4. Domaszyn, *Fraxineto-Alnetum,* fragment aspektu wczesnowiosennego. Fot. autor.

U olszy z Domaszyna znaleziono mykorhizy ektotroficzne, typu Dn, o czarnych, gładkich, pseudoparenchymatycznych mufkach (nieutworzonych przez *Cenoccocum graniforme)* podobnie jak u graba i leszczyny z oddz. 225 w Białowieży.

Salix cinerea — z asocjacji *Alneto-betuletum* (oddz. 283) tworzy jednocześnie, na tym samym objekcie, mykorhizy ektotroficzne i endotroficzne z przewagą mykorhiz endotroficznych, co można by również, jak wyżej, tłumaczyć nadmiernym zwilgoceniem gleby, gdyż cały teren jest silnie zabagniony.

Sorbus aucuparia — z asocjacji *Alnetum glutinosae typicum* (oddz. 344), rosnąc na dość wysokiej i dużej kępie, porośniętej mchem i stanowiącej wysepkę borową, tworzy mykorhizy ektotroficzne typu A i Dn oraz mykorhizy endotroficzne. Wydaje się tu słusznym przypuszczenie, że środowisko borowe, o lekkiej, przewiewnej glebie jest najodpowiedniejsze do tworzenia mykorhiz ektotroficznych, dlatego drzewo w warunkach olesowych, posiadające mykorhizy endotroficzne, w takich sprzyjających warunkach, w obecności innych symbiontów, zaczyna wytwarzać mykorhizy ektotroficzne. Potwierdzają to przypuszczenie wyniki badań D o m i n i k a (1951) nad Łebą, gdzie *Sorbus aucuparia,* pochodząca z *Pinetum vacciniosum,* o glebie przewiewnej, próchniczno-piaszczystej tworzyła mykorhizy ektotroficzne.

Rhamnus frangula — z asocjacji *Alneto-betuletum* (oddz. 283), rosnąca na skraju lasu, w miejscu stosunkowo suchym, tworzy mykorhizy ektotroficzne typu A i Dn — w pozostałych dwu przebadanych wypadkach, na glebach wilgotnych i zabagnionych, tworzyła wyłącznie mykorhizy endotroficzne. Ten przykład podobnie jak i poprzedni potwierdza wniosek, że tworzeniu mykorhiz ektotroficznych sprzyja gleba lekka i przewiewna.

Poruszając sprawę gleb, sprzyjających powstawaniu mykorhiz ektotroficznych, przypomnę jeszcze jeden szczegółowy wypadek zaobserwowany w Domaszynie na *Rubus suberectus*, która rosnąc na glebie suchej, przewiewnej, w niezabagnionej części lasu, tworzyła mykorhizy ektotroficzne, choć przeważnie rodzaj *Rubus* tworzy mykorhizy endotroficzne, czego jak się okazuje nie można uogólniać.

6. Drzewa należące do rodzaju *Acer* oraz *Fraxinus excelsior*, które wg J a c z e w s k i e g o mogą wytwarzać tak mykorhizy ekto- jak i endotorficzne w warunkach olesowych tworzą wyłącznie mykorhizy endotroficzne.

7. *Ulmus montana* i *campestre*, w zespołach olesowych tworzą również mykorhizy endotroficzne typu thamniskofagicznego podobnie jak wiąz polny z lasów czerniejewskich przebadany przez D o m i n i k a (1949).

8. Przechodząc do analizowania mykotrofizmu roślinności runa leśnego w poszczególnych asocjacjach olesowych podam zestawienie w cyfrach:

1.	*Alnetum glutinosae* (oddz. 344—345)	na 30	gat.	33,3%	roślin	mykotroficznych.
2.	*Alneto-butuletum* (oddz. 283)	„ 37	„	40,5%	„	„
3.	*Alneto-piceetum* (oddz. 225)	„ 28	„	55,2%	„	„
4.	*Fraxineto-Alnetum* (oddz. 314)	„ 33	„	49,4%	„	„
5.	*Fraxineto-Alnetum* (oddz. 340)	„ 29	„	79,9%	„	„
6.	*Fraxineto-Alnetum Domaszyn*	„ 58	„	46,5%	„	„
7.	*Alno-carpinetum* (oddz. 258)	„ 39	„	53,7%	„	„

Największy procent roślin mykotroficznych, zielnych, znaleziono w najsuchszym i najmniej zacienionym *Fraxineto-Alnetum* z Białowieskiego Parku Narodowego, a najmniejszy w *Alnetum glutinosae typicum.*

9. Z reguły rośliny wzięte do badań z wody lub miejsc okresowo zatapianych (materiał zbierano na wiosnę) okazały się autotroficzne, co potwierdzają wyniki badań A s a i (1934).

10. Nie można podawać jako fakt, że rośliny wodne i błotne w ogóle nie tworzą mykorhiz, gdyż i jedne i drugie, jeśli z rozmaitych przyczyn znajdą się poza środowiskiem wodnym, zaczynają tworzyć mykorhizy — trzeba tylko pewnego okresu czasu, aby na przesuszonym terenie mogły osiedlić się grzyby.

11. *Hottonia palustris* zebrana we wrześniu, w Domaszynie z gleby wilgotnej, na skraju wyschniętego małego zbiornika wodnego, tworzyła mykorhizy endotroficzne.



Ryc. 5. Domaszyn, *Fraxineto-Alnetum*, fragment aspektu wiosennego. Stanowisko *Hottonia palustris*. Fot. A. Nespiak

Ranunculus repens, rosnący na glebie wilgotnej (oddz. 340) — wytwarzał mykorhizy endotroficzne, ten sam gatunek ze stanowiska zabagnionego (oddz. 283) był autotroficzny.

Podobnie zachowują się *Myosotis palustris* (oddz. 225 i 283) i *Galium palustre* (oddz. 225 i 314) oraz wiele innych roślin.

12. Cały szereg roślin takich jak: *Adoxa moschatellina*, *Cardamine amara*, *Milium effusum*, *Stellaria nemorum* i *holostea* oraz turzyce (biorę pod uwagę tylko te rośliny, które minimum trzy razy powtórzyły się w badaniach) zachowują niezmiennie autotrofizm we wszystkich typach asocjacji olesowych. Zaznaczam, że nie uogólniam tego dla innych zespołów.

13. Ciekawym obiektem jest *Urtica dioica*, która uchodziła za roślinę autotroficzną. Dopiero Kelley (1950) na podstawie badań Peyronella podaje, że może być mykotroficzna. Na siedem przebadanych próbek z olesów, jedynie w jednej znaleziono mykorhizy (oddz. 225).

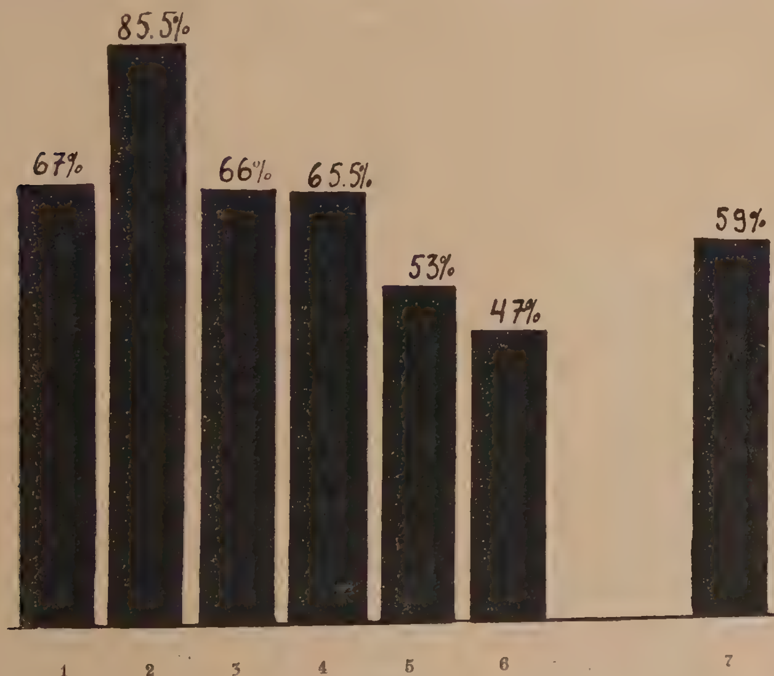
14. Porównując mykotrofizm poszczególnych asocjacji olesowych rezerwatu w Białowieży dochodzi się do wniosku, że najwiękyszy procent roślin mykotroficznych (85,5%) jest w najsuchszym i dobrze nasłonecz-

nionym fragmencie zespołu *Fraxineto-Alnetum* z oddz. 340, w przeciwieństwie do drugiego fragmentu olesu jesionowego z oddz. 314 o znacznie silniejszym zwarciu koron, który wykazuje znaczny spadek procentu roślin mykotroficznych. Najmniejszy procent roślin mykotroficznych (47,3%) znaleziono w zespole *Alnetum glutinosae typicum*, najmniej wartościowym ze wszystkich olesów pod względem użytkowym, o dość silnym zwarciu koron, gdzie niemal niepodzielnie panuje w drzewostanie olsza, współżyjąca z promieniowcami.

15. Nadspodziewanie duży procent roślin mykotroficznych znaleziono w asocjacji *Alneto-piceetum*, pomimo silnego zabagnienia, co można wyjaśnić, opierając się na wynikach B j ö r k m a n a (1949), dobrym naświetleniem tego terenu, co jest znowu wynikiem bardzo słabego zwarcia drzewostanu, gdyż poza mniej więcej normalnie wegetującą olszą spotyka się uschnięte jesiony i słabo rozwijające się świerki.

16. Stosunkowo mały procent roślin mykotroficznych w olesogrudzie można wytłumaczyć, jak wyżej, silnym ocienieniem, przy dość silnym zabagnieniu.

Stosunki procentowe mykorhiz w poszczególnych asocjacjach ilustruje wykres:



Ryc. 6

Ryc. 6. 1. *Alno-carpinetum*, 2. *Fraxineto-Alnetum*, 3. *Alneto-piceetum*, 4. *Fraxineto-Alnetum*, 5. *Alneto-betuletum*, 6. *Alnetum-glutinosae typicum*, 7. *Fraxineto-Alnetum* (Domaszyn).

17. Porównanie wyników badania mykorhiz z olesów Białowieskiego Parku Narodowego z wynikami osiągniętymi po przebadaniu korzeni roślin z lasu jesionowo-olszowego w Domaszynie wymaga krótkiego przypomnienia warunków siedliskowych.

Jako materiał porównawczy z rezerwatu w Białowieży można jedynie wziąć *Fraxineto-Alnetum* z oddz. 340, gdyż wykazuje największe podobieństwo pod względem ukształtowania terenu, stosunków wodnych i szaty roślinnej. Olesy jesionowe w Białowieskim Parku Narodowym występują na glebach gliniastych podobnie jak w Domaszynie. Klimat w Białowieży charakteryzują ostrzejsze i dłuższe zimy, późniejsze wiosny — to znaczy krótszy jest okres wegetacyjny i większa ilość opadów niż w okolicach Wrocławia.

Porównując drzewostan jako część asocjacji, o największej wartości użytkowej, biorę pod uwagę dwa główne komponenty olszę i jesion.

O l s z a — w rezerwacie białowieskim najwięcej jest drzew o pierśnicach do 10 cm, a maksymalna pierśnica dochodzi do 70 cm. w Domaszynie najwięcej jest drzew o pierśnicach od 30—40 cm. maksymalna pierśnica wynosi 50 cm.

J e s i o n — w rezerwacie białowieskim najwięcej jest drzew o pierśnicach od 20—30 cm, maksylmalna pierśnica wynosi 50 cm. w Domaszynie najwięcej jest drzew o pierśnicach do 5 cm, maksymalna pierśnica wynosi 80 cm.

Z tego zestawienia wynika, że w Domaszynie słabo odnawia się olsza, podczas gdy w Białowieży odnowienie olszy jest dobre, dzięki temu, że las jest nieużytkowany i stare zbutwiałe pnie stanowią dobre podłoże dla kiełkujących nasion i wzrostu siewek. Odnowienie jesiona w jednym i drugim wypadku jest dobre.

Runo leśne w Domaszynie charakteryzuje duża ilość gatunków, tworzą je rośliny występujące w różnych asocjacjach olesowych w rezerwacie w Białowieży.

Procent roślin mykotroficznych w asocjacji *Fraxineto-Alnetum* z Parku Narodowego w Białowieży wynosi 85.5%, z Domaszyna 59.2%. Jest to różnica dość duża. Las pierwotny, z glebą bogatą w próchnicę, powstającą stale z butwiejących starych drzew, gdzie poza tym nikt oprócz nielicznych dzikich zwierząt nie zużywa jego bogactw, wykazuje widoczną przewagę nad użytkowanym lasem. Nawet mimo znacznie silniejszego zwilgocenia gleby, las pierwotny stwarza lepsze warunki dla rozwoju mykorhiz.

Na zakończenie tego porównania należy nadmienić, że przebadane olesy rezerwatu w Białowieży są znacznie widniejsze, lepiej naświetlone od zwartego, równowiecznego drzewostanu w Domaszynie.

Wnioski.

1. Mykotrofizm nie jest zjawiskiem powszechnym w zespołach roślinnych olesów tak w rezerwacie białowieskim jak i w Domaszynie.

2. Czynnikiem decydującym o mykotrofizmie lub autotrofizmie roślin jest w pierwszym rzędzie woda, poza tym zawartość próchnicy w glebie, naświetlenie oraz warunki fitocenotyczne.

3. Żyzne gleby do jakich należą aluwialne gleby olesów, o przeważającym wpływie wody gruntowej nad opadową, pozwalają roślinom na wegetację autotroficzną.

4. Pierwotne olesy rezerwatu w Białowieży stwarzają znacznie lepsze warunki dla powstawania mykorhiz niż użytkowane, sztucznie wyhodowane przez człowieka drzewostany tego samego typu.

5. Stwierdzono, że nie można, bez popełnienia błędu, o żadnej roślinie powiedzieć napewno, na podstawie jednorazowego badania podczas okresu wegetacyjnego, że jest mykotroficzna lub autotroficzna, gdyż może się ona znaleźć, w tym czasie, w takich warunkach, że z mykotrofizmu przejdzie na autotrofizm i odwrotnie.

Przeprowadzenie opisanych badań umożliwił mi Instytut Badawczy Leśnictwa w Warszawie przez pokrycie kosztów przejazdu oraz pobytu w terenie i dostarczenie doskonałego ekwipunku do pracy.

Z Zakładu Fitopatologii i Mykologii W. S. R. we Wrocławiu.

ZUSAMMENFASSUNG.

Die Verfasserin gibt die Untersuchungsergebnisse an über die Mykorhizen derjenigen Pflanzen, welche erstens Erlenassoziationen im Nationalpark Białowieża bilden und zeitweise überschwemmte und versumpfte Waldgebiete bewachsen, zweitens im Erlenwald in Domaszyn bei Wrocław auftreten.

Es sind 5 Typen der Erlenassoziationen im Nationalpark Białowieża untersucht u. z.: *Alnetum glutinosae typicum* und *Fraxineto-Alnetum* nach der Typologie von Matuszkiewicz (1952) sowie *Alneto-betuletum, Alneto-piceetum* und *Alneto-carpinetum* nach der Typologie von Paczoski (1930). In Domaszyn hat man dagegen nur einen Typus vorgefunden u. z. *Fraxineto-Alnetum.*

Die erreichten Ergebnisse lassen sich in folgenden Punkten zusammenfassen:

1. Die Mykorhizabildung ist keine allgemeine Erscheinung in den Pflanzenassoziationen der Erlen im Nationalpark Białowieża sowie in Domaszyn. Man hat gefunden in *Alnetum glutinosae typicum* 47%

mykotropher Pflanzenarten, in *Alneto-betuletum* 53%, in *Alneto-piceetum* 66%, in *Fraxineto-Alnetum* 85,5%—65,5%, in *Alneto-carpinetum* 67% und in *Fraxineto-Alnetum* in Domaszyn 53% mykotropher Pflanzenarten. Alle Bäume und Sträucher sind mykotrophisch.

2. Das Wasser ist der Hauptfaktor, welcher über den Mykotrophismus oder Autotrophismus entscheidet. Eine wichtige Rolle spielen auch Humusgehalt, Beleuchtung sowie die Pflanzenassoziationen, welche den Standort formen.

3. Fruchtbare Böden der Erlenwälder lassen die autotrophische Vegetation der Pflanzen zu.

4. Die natürlichen Erlenwälder im Nationalpark Białowieża bilden viel bessere Bedingungen für Mykorhizabildung als die bewirtschafteten Waldsbestände von demselben Typus.

5. Auf Grund einer einmaligen Untersuchung lässt sich unter keinem Umstand ganz sicher sagen, ob wir mit einer mykotrophische oder autotrophische Pflanze zu tun haben. Jede Pflanze kann nämlich in solchen Vegetationsbedingungen auftreten, in welchen der Übergang vom Myko-zum Autotrophismus oder umgekehrt stattfinden wird.

CYTOWANA LITERATURA.

1. Asai T., 1934. Über das Vorkommen und die Bedeutung der Wurzelpilze in den Landpflanzen. Mitteilungen aus dem Lab. d. Fünften Höheren Schule zu Kumamoto. Jap. Journ. of Botany.
2. Björkman E., 1942. Über die Bedingungen der Mykorhizabildung bei Kiefer und Fichte. Symb. Bot. Upsalienses. Uppsala.
3. Björkman E., 1949. The ecological significance of the ectotrofic mycorrhizal association in forest trees. Svensk Botanisk Tidskrift, Bd. 43.
4. Burgeff H., 1943. Problematik der Mykorhiza. Die Naturwiss. Jahrg. 31, zeszyt 47/48, str. 558—597.
5. Dominik T., 1948. Przyczynek do znajomości mykorhizy u wiąza polnego. Acta Soc. Bot. Pol. Vol. XIX, Nr 2, str. 189—193.
6. Dominik T., 1951. Badania mykotrofizmu roślinności wydm nadmorskich i śródlądowych. Acta Soc. Bot. Pol., Vol. XXI, Nr 1-2, str. 126—164.
7. Jaczewski A., 1933. Osnowy mikołogii. Moskwa.
8. Kelley A., 1950. Mycotrophy in plants.
9. Matuszkiewicz W., 1952. Zespoły leśne Białowieskiego Parku Narodowego. Annal. U. M. C. S. Lublin. Supplementum VI.
10. Paczoski J., 1930. Lasy Białowieży. Państw. Rada Ochr. Przyrody. Poznań.
11. Pachlewski R. i Gągalska J., 1953. Badania mykotrofizmu dębów rosnących w różnych warunkach bioekologicznych. Acta Soc. Bot. Pol. (w druku).
12. Truszkowska W., 1951, Badania mykotrofizmu nizinnego zespołu łąkowego na Psim Polu pod Wrocławiem. Acta Soc. Bot. Pol., Vol. XXI, Nr 1-2, str. 195—216.
13. Włoczewski T., 1952. Gleby Białowieskiego Parku Narodowego. P. W. R. i L. Warszawa.

Badanie mykotrofizmu zespołów roślinnych krainy kosodrzewu w granitowych Tatrach

Untersuchungen über den Mykotrophismus der Pflanzenassoziazionen im Krumholzkiefergebiet des Hohen Tatra-Gebirge.

TADEUSZ DOMINIK i ANDRZEJ NESPIAK

(Wpłynęło 21. IV. 53 r.)

Praca niniejsza jest dalszym członem w badaniach mykotrofizmu roślinności tatrzańskiej.

Kraina kosodrzewu, inaczej zwana piętrem kosówki, nie tworzy jednolitego pasa w Tatrach granitowych i w różnych warunkach osiąga bardzo różne wysokości. Dlatego często trudno jest orzec, czy znajdujemy się jeszcze w reglu górnym, czy już w krainie kosodrzewu.

Granica florystyczna również jest płynna, gdyż drzewa charakterystyczne dla *Piceetum,* miejscami wchodzą wysoko w tereny, którym ton krajobrazowy nadaje już *Pinus mughus.*

Poza drzewami, np. świerkiem, w dolnych partiach kosodrzewiny znajdujemy również rośliny zielne, charakterystyczne dla regla górnego.

Podobnie układają się stosunki dla górnej granicy krainy kosodrzewu, gdzie poprostu zanika ona stopniowo w piętrze alpejskim, zwanym tu również piętrem hal. Skarlałe okazy kosówki spotykamy jeszcze wśród zespołów tego piętra.

Na rozwój kosodrzewiny i jej granicę górnego zasięgu bardzo silnie wpływa ekspozycja góry oraz stałość podłoża. Rynny lawin są od niej na ogół wolne na całej swej długości.

Dlatego piętro kosodrzewu z daleka robi wrażenie niejednolite, poszarpane, poprzecinane „żlebami", lawinami i strumieniami.

Poza tym wśród zdawałoby się litych połaci kosodrzewiny, gdzie warunki zewnętrznie wydają się jednakowe, znajdujemy często niewielkie płaszczyzny zajęte przez roślinność zielną.



Ryc. 1 Kraina kosodrzewu z pojedynczymi limbami oraz gniazdem świerka. Zbocza nad Morskiem Okiem.

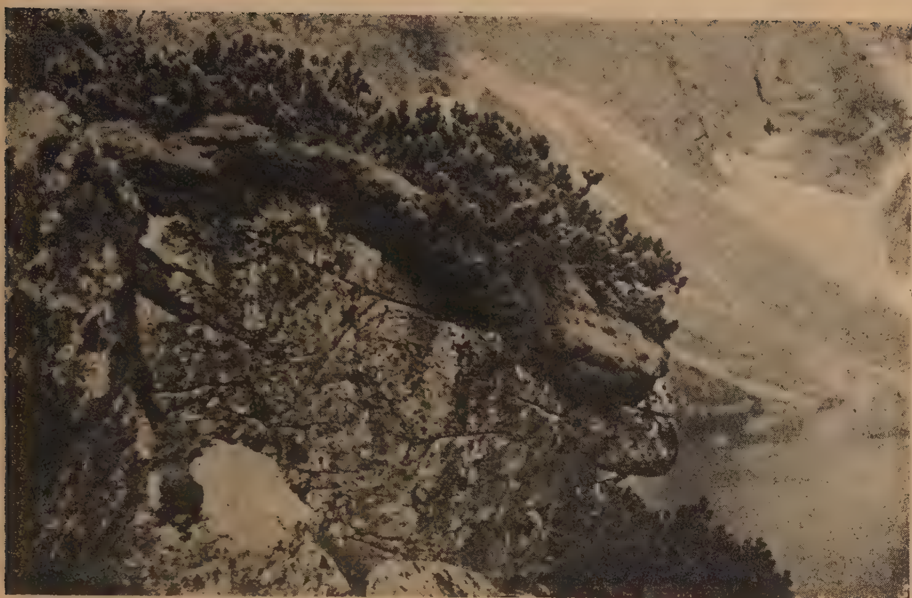
Ponieważ istnieją szczegółowe opracowania fitosocjologiczne terenu Tatr, opublikowane przez B. Pawłowskiego, więc tu jedynie ograniczymy się do ogólnikowego podania struktury piętra kosodrzewu.

Właściwy zespół *Pinetum mughi* inaczej wygląda od strony piętra lasów regla górnego, gdzie jest bardzo bogaty w gatunki: kosodrzewina, limba, świerk, brzoza, jarzębina, wierzby, róża, oraz bardzo urozmaicone runo, które w pracy niniejszej podane jest w tabelach, a zupełnie inaczej wygląda na górnej swej granicy, gdzie poza kosodrzewiną spotykamy jeszcze pojedyncze jałowce i karłowate wierzby piętra hal.

U Pawłowskiego (1928) znajdujemy podział *Pinetum mughi* na dwie facje: *Pinetum mughi calcicolum* — bogatą w gatunki i *Pinetum mughi silicicolum* — ubogą w gatunki. Podział ten pokrywa się z opisanym poprzednio przez nas zjawiskiem.

Czy nazwa „*calcicolum*" jest słuszna świadczy następująca analiza wody strumienia tuż nad Morskim Okiem:

CaO w miligramach na 100 ml H_2O	Fe w miligramach na 100 ml H_2O	P_2O_5 w miligramach na 100 ml H_2O
1,2	0	0,68



Ryc. 2. Kosodrzewina rosnąca na bloku skalnym. Poduchowaty twór pod kosodrzewiną jest spleciony z korzeni i porośnięty mchami.

Z powyższego zestawienia wynika, że ilości związków mineralnych mało odbiegają od wody deszczowej. Odczyn tej wody również jest zbliżony do odczynu wody destylowanej i wynosi pH = 6,5—7.

Obie wymienione facje przechodzą w siebie bardzo łagodnie. Tuż przy strumieniach, przecinających krainę kosodrzewu, występuje często zespół zwany *Aconitetum,* w samych strumieniach — *Cardaminetum,* trochę dalej od strumieni oraz na drogach lawin opanowuje teren *Calamagrostidetum.*

Między zespołami kosodrzewiny i między *Calamagrostidetum* występują często mniejsze lub większe połacie ziołorośli, zwane *Adenostyletum alliariae.*

W zaklęśnięciach skalnych i wyleżyskach często znajdujemy ubogie w gatunki *Sphagnetum.*

W górnych partiach kosodrzewiny *Calamagrostidetum* zostaje zastąpione przez *Trifidi-distichetum.*

W wyższych partiach kosodrzewiny na Świstówce spotykamy lite łany *Myrtilletum,* ze składem gatunkowym zbliżonym do *Trifidi-distichetum,* w którym to zespół w piętrze hal *Myrtilletum* przechodzi.

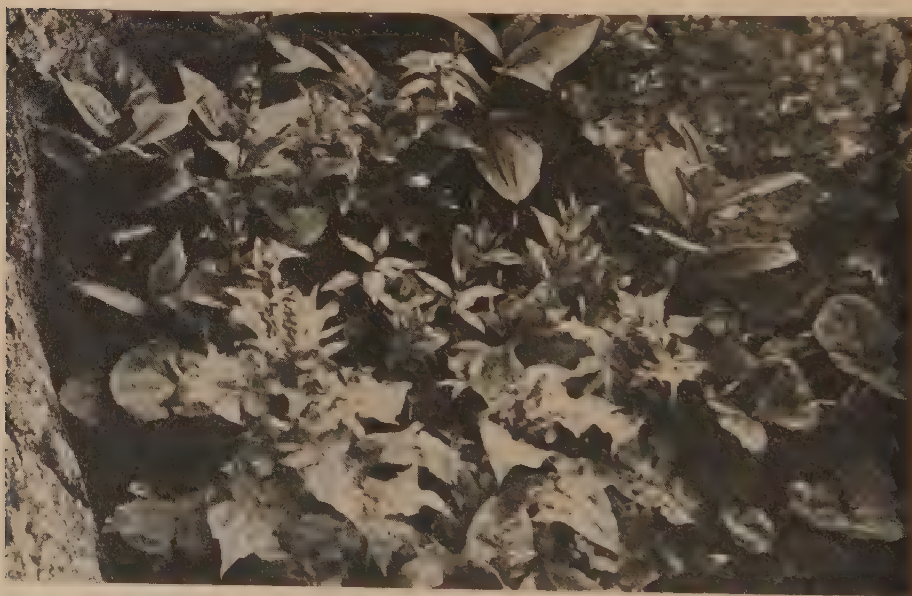
Na tychże samych wysokościach występuje łanami zespół *Calamagrostidetum*, który w krainie hal zastąpiony jest przez *Trifidi-distichetum* lub *Luzuletum*.

Można się często zastanawiać jak przeprowadzić granice między zespołami, które w sposób skomplikowany przerastają się wzajemnie. Pawłowski opiera się w swych pracach na roślinności. Myśmy przyjęli kryterium glebowe. Mianowicie tam gdzie kończy się wpływ kosodrzewiny na glebę, tam dla nas kończy się *Pinetum mughi*. Granicę tę łatwo wyznaczyć badając skład mechaniczny gleby, ściółkę, humifikację szczątków organicznych i odczyn gleby. Zupełnie bowiem inaczej wygląda gleba pod *Calamagrostidetum*, inaczej pod *Myrtilletum*, a jeszcze inaczej pod *Pinetum mughi*.

Dla orientacji podajemy odczyny gleb pod różnymi zespołami, które w niniejszej pracy są uwzględnione:

Pinetum mughi — gleba intensywnie brązowa, bardzo ciemna, daje wrażenie mało rozłożonej, jednolitej masy organicznej. pH = 3,7—3,9.

Calamagrostidetum — gleba niezbyt ciemna o strukturze gruzełkowatej, robi wrażenie dobrej gleby uprawnej, pH = 4,8—5.0.



Ryc. 3. Zespół ziołorośli w dobrze chronionym zakątku między skalnymi blokami (*Adenostyletum alliariae*).

Aconitetum — gleba bardzo ciemna, czasem zupełnie czarna, bardzo wilgotna, ciężka, pH = 6,0—6,9.

Nardetum — gleby bardzo ciemne, zbite, wilgotne, podobne zupełnie do typowego torfu, pH = 4,4—4,6.

Dane glebowe zasięgnięte zostały z pracy W ą s o w i c z a (1933).

Adenostyletum alliariae według W ł o d k a i R a l s k i e g o (1928) porasta powierzchnie pokryte glebą o odczynie pH = 4,74. Zespół ten wymaga gleby wilgotnej i głębszej niż kosodrzewina, dlatego lokuje się pod skalnymi ścianami i w skalnych nieckach.

Ponieważ dla rozwoju zespołów roślin zielonych a również i grzybów ważna jest dynamika procesów chemicznych zachodzących w próchnicy, więc przytoczymy według W ą s o w i c z a (1933) dane o stosunku węgla do azotu pod badanymi zespołami.

Pinetum mughi — stosunek C/N = 30:1.
Calamagrostidetum — C/N = 11:1.
Aconitetum — C/N = 11:1.
Nardetum — C/N = 16:1.

Klimat terenu badań można pokrótce scharakteryzować w sposób następujący: Średnia ilość rocznych opadów wynosi 1800 mm z tego prawie połowa przypada na miesiące letnie. Średnia temperatura roczna wynosi —2°C. Skoki temperatury w ciągu dnia bardzo duże, powodowane są różnicami naświetlenia.

* *

Materiały do badań zostały zebrane w miesiącu lipcu w różnych punktach terenu, mianowicie: przy ścieżce na Przełęcz Szpiglasową na wysokości około 1500 m, między gęstą kosodrzewiną przy słabym spływie wody w glebie; wzdłuż ścieżki na Świstówkę na mniej więcej tej samej wysokości; na stoku południowo-zachodnim Żabich Wierchów na wysokości około 1700 m; w okolicy Stawku Staszica pod Mnichem na wysokości około 1800 m; wzdłuż strumienia na stoku Opalonego na wysokości około 1550 m; na zboczu Opalonego poniżej Świstówki na wysokości około 1800 m; na północnym stoku Świstówki na wysokości około 1800 m; na Hali pod Mnichem na wysokości około 1700 m; na stożku piargowym pod masywem Mięguszowieckim, który opada do Morskiego Oka.

Metody badań stosowaliśmy identyczne jak w pracy o mykotrofizmie zespołów alpejskich piętra hal. Są one dokładnie podane przez Nespiaka (1953).

* * *

Pozostaje jeszcze do omówienia flora grzybów kapeluszowych piętra kosodrzewiny, gdyż trudno mówić o mykotrofizmie roślinności zielonej bez podania ewentualnego źródła mykotroficznych przejawów.

Grzyby kapeluszowe tego piętra owocują przeważnie pod kosodrzewiną, dużo ich pojawia się na skraju połaci litych kosodrzewiny a zaledwie nieliczne egzemplarze można znaleźć wśród ziołorośli. W łożyskach potoków owocujących grzybów makroskopowych nigdy nie znaleźliśmy.

W kosodrzewinie znaleźliśmy następujące gatunki: *Boletus luteus* (L.) Fr., *Boletus porphyrosporus* Fr., *Boletus subtomentosus* (L.) Fr., *Boletus variegatus* Swartz., *Amanita muscaria* (L.) Fries., *Amanitopsis vaginata* (Bull.) Rose., *Clitocybe laccata* (Scop.) Fr. v. *rosella.*, *Clitocybe laccata* (Scop.) Fr. v. *ametystina* (Boud.) Maire., *Clitocybe fragrans* Sow., *Collybia xanthopus* Fr., *Entoloma porphyrophaeum* Fr., *Flammula* spec., *Galera tenuissima* (Weinm.) Fries., *Inocybe decissa* Fr., *Inocybe asterospora* Quel., *Inocybe putilla* Bres., *Lactarius rufus* Fr., *Lactarius hysginus* Fr., *Lactarius fuliginosus* Fr., *Lactarius umbrinus* Fr., *Lactarius serifluus* (DC) Fr., *Lactarius glycyosmus* Fr., *Myxacium collinitum* Pers., *Lactarius quetus* Fr., *Limacium hypothejum* Fr., *Nolanea mammosa* Fr., *Nolanea pascua* Pers., *Omphalia Kalchbrenneri* Bres., *Russula emetica* Schaff., *Russula fragilis* Pers., *Russula aurata* Fr., *Russula decolorans* Fr., *Rosites caperata* Karst., *Stichoramaria rugosa* (Bull.) Ulbrich.

Na skrajach kęp kosodrzewiny znaleźliśmy następujące gatunki: *Cantharellus tubiformis* Fr., *Clavaria cinerea* Bull., *Cortinarius varius* (Schäff.) Fr., *Gomphidius roseus* Fr., *Tricholoma luteovirens* (Alb. et Schwein.) Rick.

Wśród kęp ziołorośli i traw znaleźliśmy: *Coprinus digitalis* Batsch., *Coprinus* spec.,

o kapeluszach do 4 cm średnicy, szarych, podłużnie bruzdkowanych, nóżkach do 6 cm długich, 4 mm szerokich, wewnątrz pustych, białawych, gładkich, delikatnych i łamliwych. Cystyd nie zdążyliśmy zbadać, bo się nam rozpłynęły. Basidiospory kształtu cytrynowatego, ciemno fioletowo-brązowe, w masie czarne, o błonie ciemniejszej, wewnątrz posiadają jedną kropelkę tłuszczu, mierzą 6—9 × 4—6,5 mikronów. Występował na glebie silnie próchnicznej z dużą ilością nierozłożonych szczątków roślinnych, które obficie przerastał białą grzybnią.

Hygrophorus flammans (Scop.) Schroet., *Psilocybe uda* Pers.

*

* *

Następujące tabele zestawiają dane o mykotrofizmie zespołów roślinnych piętra kosodrzewu.

Gatunek rośliny	Włośniki	Autotroficzny	Mykorhiza endotroficzna typu		Mykorhiza ektotroficzna typu			Częstotliwość występowania
			tolypofagicznego	thamniskofagicznego	A	C	D_n	
Pinetum mughi								
Aconitum firmum	+	—	—	+	—	—	—	++++
Alchemilla alpestris	+	—	+	—	—	—	—	++++
Alchemilla xanthochlora	+	—	+	—	—	—	—	+++
Anthoxantum odoratum	+	—	+	—	—	—	—	++
Arabis alpina	+	+	—	—	—	—	—	—
Athyrium alpestre	—	—	+	—	—	—	—	++++
Betula carpatica	—	—	—	—	+	—	—	+++
Blechnum spicant	—	—	+	—	—	—	—	++++
Botrychium lunaria	—	—	+	—	—	—	—	++++
Calamagrostis villosa	+	—	+	—	—	—	—	+
Calluna vulgaris	—	—	+	—	—	—	—	++
Chrysanth. rotundifolium	+	—	+	—	—	—	—	+++
Chrysosplenium alternifolium	+	—	+	—	—	—	—	++
Camp. rotund. v. kladniana	+	—	+	—	—	—	—	++
Crepis paludosa	—	—	+	—	—	—	—	++++
Deschampsia flexuosa	+	—	+	—	—	—	—	+
Doronicum Clusii	—	—	+	—	—	—	—	++
Dryopteris filix mas	—	—	+	—	—	—	—	++
Epilobium alpestre	—	—	+	—	—	—	—	++
Epilobium anagallidifolium	—	—	+	—	—	—	—	++++
Epilobium angustifolium	—	—	+	—	—	—	—	++
Eriophorum vaginatum	+	—	+	—	—	—	—	+
Fragaria vesca	—	—	+	—	—	—	—	+++
Gentiana asclepiadea	—	—	+	—	—	—	—	+++
Gentiana punctata	—	—	+	—	—	—	—	++++
Geranium silvaticum	—	—	+	—	—	—	—	++++
Geum montanum	—	—	+	—	—	—	—	+++
Gnaphalium norvegicum	—	—	+	—	—	—	—	++

Gatunek rośliny	Włośniki	Autotroficzny	Mykorhiza endotroficzna typu		mykorhiza ektotroficzna typu			Częstotliwość występowania
			tolypofagicznego	thamniskofagicznego	A	C	D_n	
Hieracium murorum	—	—	—	+	—	—	—	++++
Homogyne alpina	—	—	+	—	—	—	—	++++
Hypericum maculatum	—	—	+	—	—	—	—	++++
Ligusticum Mutellina	—	—	+	—	—	—	—	++++
Luzula nemorosa	+	+	—	—	—	—	—	—
Luzula silvatica	+	+	—	—	—	—	—	—
Luzula spadicea	+	+	—	—	—	—	—	—
Juncus trifidus	+	—	+	—	—	—	—	+
Juniperus nana	—	—	+	—	—	—	—	++++
Majanthemum bifolium	+	—	+	—	—	—	—	++++
Melandrium silvestre	+	+	—	—	—	—	—	—
Mulgedium alpinum	+	—	+	—	—	—	—	++++
Myosotis silvatica	+	—	+	—	—	—	—	++
Nardus stricta	—	—	+	—	—	—	—	+++
Oxalis acetosella	+	—	+	—	—	—	—	+++
Paris quadrifolia	+	—	+	+	—	—	—	+++
Petasites albus	—	—	+	—	—	—	—	++++
Phegopteris dryopteris	—	—	+	—	—	—	—	++++
Pinguicula vulgaris	—	+	—	—	—	—	—	—
Potentilla aurea	—	—	+	—	—	—	—	++
Pinus cembra	+	—	—		+	+		+—
Pinus mughus	—	—	—	—	+	+	—	+++
Picea excelsa	—	—	—	—	+	—	—	++
Poa alpina	+	—	+	—	—	—	—	++++
Polygonatum verticillatum	+	—	+	—	—	—	—	++
Polygonum bistorta	—	—	+	—	—	—	—	+
Prenanthes purpurea	—	—	+	—	—	—	—	++++
Ranunculus aconitifolius	—	—	+	—	—	—	—	++++
Ribes petraeum v. carpaticum	—	—	+	—	—	—	—	++++
Rosa pendulina	—	—	—	+	—	—	—	++++
Rubus idaeus	—	—	—	+	—	—	—	++++
Rumex arifolius	+	—	+	—		—		+—
Salix silesiaca	—	—	—	—	+	—	+	+++
Salix Kitaibeliana	—	—	—	—	—	—	+	+
Scrophularia Scopolii	+	—	+	—	—	—	—	+
Sedum carpaticum	+	+	—	—	—	—	—	—

Gatunek rośliny	Włośniki	Autotroficzny	Mykorhiza endotroficzna typu		Mykorhiza ektotroficzna typu			Częstotliwość występowania
			tolypofagicznego	thamniskofagicznego	A	C	D_n	
Sempervivum montanum	+	+	—	—	—	—	—	—
Senecio nemorensis	—	—	+	+	—	—	—	+++
Sesleria disticha	+	—	+	—	—	—	—	+++
Silene venosa	+	+	—	—	—	—	—	—
Soldanella carpatica	+	—	+	—	—	—	—	+++
Sorbus aucuparia	—	—	+	—	—	—	—	+++
Thymus alpestris	—	—	+	—	—	—	—	++
Vaccinium myrtillus	—	—	+	—	—	—	—	++
Vaccinium uliginosum	—	—	+	—	—	—	—	++
Vaccinium vitis idaea	—	—	+	—	—	—	—	++
Valeriana tripteris	—	+	—	—	—	—	—	—
Veratrum lobelianum	—	—	+	—	—	—	—	+++
Viola biflora	+	—	+	—	—	—	—	+++

Calamagrostidetum villosae tatricum

Gatunek rośliny	Włośniki	Autotroficzny	tolypofagicznego	thamniskofagicznego	A	C	D_n	Częstotliwość występowania
Alchemilla alpestris	+	—	+	—	—	—	—	+
Alectorolophus alpinus	—	+	—	—	—	—	—	—
Anthoxantum odoratum	+	—	+	—	—	—	—	++
Bartsia alpina	—	—	+	—	—	—	—	++++
Bellidiastrum Michelii	—	—	+	—	—	—	—	++++
Calamagrostis arundinacea	+	—	+	—	—	—	—	+++
Calamagrostis villosa	+	—	+	—	—	—	—	+
Caltha palustris	—	—	+	—	—	—	—	+++
Cardamine Opitzii	+	+	—	—	—	—	—	—
Carex flava	+	+	—	—	—	—	—	—
Carex panicea	+	+	—	—	—	—	—	—
Carex sempervirens	+	+	—	—	—	—	—	—
Chrysanthemum rotundifolium	+	—	+	—	—	—	—	++++
Crepis conyzifolia	—	—	+	—	—	—	—	+++
Crepis paludosa	—	—	+	—	—	—	—	++
Epilobium alsinefolium	—	+	—	—	—	—	—	—
Gymnadenia albida	—	—	+	—	—	—	—	++++
Gymnadenia conopea	—	—	+	—	—	—	—	++++
Heliosperma quadrifidum	+	+	—	—	—	—	—	—
Heracleum sphondylium	—	—	+	—	—	—	—	+++
Hypochoeris uniflora	—	—	+	—				++++

Gatunek rośliny	Włośniki	Autotroficzny	Mykorhiza endotroficzna typu: tylopofagicznego	Mykorhiza endotroficzna typu: thamniskofagicznego	Mykorhiza ektotroficzna typu: A	Mykorhiza ektotroficzna typu: C	Mykorhiza ektotroficzna typu: D_n	Częstotliwość występowania
Hieracium alpinum	—	-	·	—	—	—		+ +
Gentiana asclepiadea			·			—		+ — + —
Leontodon tatricus	—		—	·	—	-	-	— +
Ligusticum Mutellina	-	-	—		—			— — + +
Melampyrum pratense		+		—	-	—		—
Nardus stricta	+	—	—	—	—	—	—	— · —
Phleum alpinum	+	—	—		—	—	·	— — — —
Phyteuma spicatum	·	—		—				— — —
Picea excelsa (siewka)	—	—			+		—	— ·
Pinus mughus	—	-	—		-	+	—	—
Pinguicula vulgaris	+	+	—			—		
Potentilla silvestris		—	·		-	—	—	· · — —
Pulsatilla alpina	—	—	·			—		— — —
Ranunculus aconitifolius			—	·			—	· — — —
Rumex scutatus	+	+		—	—			·
Salix silesiaca	-	—		·	—	—		—
Saxifraga aizoides	+	—						
Senecio subalpinus	+		—	—	—			· — —
Soldanella carpatica	+		:		—	—		— —
Sweertia perennis							—	— — —
Taraxacum alpinum		—	·	·				· · — —
Thesium alpinum	—	+	—		—	—	-	·
Thymus alpestris					—		—	— +
Tofieldia calyculata		+		—				
Veratrum lobelianum	—							— ·
Viola biflora	+	·	—		—		—	

Aconitetum firmi

Gatunek rośliny	Włośniki	Autotroficzny	Mykorhiza endotroficzna typu: tylopofagicznego	Mykorhiza endotroficzna typu: thamniskofagicznego	Mykorhiza ektotroficzna typu: A	Mykorhiza ektotroficzna typu: C	Mykorhiza ektotroficzna typu: D_n	Częstotliwość występowania
Aconitum firmum	+							· · · +
Epilobium alsinefolium					—	-		+
Festuca picta	+	—	·			—		· +
Geum montanum			·				—	· · +
Poa alpina	+		·			·		— +
Rhodiola rosea	—	·	·	—		—	—	· + ·
Veronica alpina							—	+ : + +
Viola biflora	!	·	—		—			

Gatunek rośliny	Włośniki	Autotroficzny	Mykorhiza endotroficzna typu		Mykorhiza ektotroficzna typu			Częstotliwość występowania
			tolypofagicznego	thamniskofagicznego	A	C	D_n	
Adenostyletum alliariae								
Adenostyles alliariae	+	—	—	+	—	—	—	+++
Aspidium lonchitis	—	—	+	—	—	—	—	++++
Athyrium alpestre	+	—	+	—	—	—	—	++++
Calamagrostis villosa	+	—	+	—	—	—	—	+
Gentiana asclepiadea	—	—	+	—	—	—	—	++++
Gentiana punctata	—	—	+	—	—	—	—	++++
Mulgedium alpinum	+	—	+	—	—	—	—	++++
Ranunculus aconitifolius	—	—	+	—	—	—	—	++++
Senecio nemorensis	+	—	—	+	—	—	—	+++
Senecio subalpinus	—	—	+	—	—	—	—	+++
Thalictrum aquilegifolium	+	—	+	—	—	—	—	++++
Veratrum lobelianum	—	—	+	—	—	—	—	+++
Vaccinietum myrtillii tatricum								
Anthoxantum odoratum	+	—	+	—	—	—	—	++
Avena versicolor	+	—	+	—	—	—	—	+++
Campanula alpina	—	—	+	—	—	—	—	+++
Chrysanthemum alpinum	—	—	+	—	—	—	—	+++
Deschampsia flexuosa	+	—	+	—	—	—	—	+
Doronicum Clussii	—	+	—	—	—	—	—	—
Empetrum nigrum	—	—	+	—	—	—	—	++
Geum montanum	—	—	+	—	—	—	—	+++
Gnaphalium supinum	—	—	+	—	—	—	—	+
Homogyne alpina	—	—	+	—	—	—	—	+
Juncus trifidus	—	—	+	—	—	—	—	+
Luzula spadicea	+	+	—	—	—	—	—	—
Ligusticum Mutellina	—	—	+	—	—	—	—	++
Pinus mughus	—	—	—	—	+	—	—	+
Primula minima	+	—	+	—	—	—	—	++
Sedum alpestre	—	+	—	—	—	—	—	—
Sesleria disticha	+	—	+	—	—	—	—	++
Soldanella carpatica	+	—	+	—	—	—	—	+
Vaccinium myrtillus	—	—	+	—	—	—	—	++
Vaccinium uliginosum	—	—	+	—	—	—	—	++
Veronica alpina	—	—	+	—	—	—	—	++

Gatunek rośliny	Włośniki	Autotroficzny	Mykorhiza endotroficzna typu: tolypofagicznego	Mykorhiza endotroficzna typu: thamniskofagiczne go	Mykorhiza ektotroficzna typu: A	Mykorhiza ektotroficzna typu: C	Mykorhiza ektotroficzna typu: D_n	Częstotliwość występowania
Roślinność stożka piargowego								
Aconitum firmum	+	—	+	—	—	—	—	++++
Agrostis rupestris	+	—	+	—	—	—	—	+
Alchemilla alpestris	+	—	+	—	—	—	—	+++
Anthoxantum odoratum	+	—	+	—	—	—	—	+
Arabis alpina	+	+	—	—	—	—	—	—
Aspidium lonchitis	—	—	+	—	—	—	—	++
Athyrium alpestre	—	—	+	—	—	—	—	+++
Calamagrostis villosa	+	+	—	—	—	—	—	—
Cerastium fontanum	+	+	—	—	—	—	—	—
Cystopteris fragilis	—	—	+	—	—	—	—	++
Epilobium anagallidifolium	—	—	+	—	—	—	—	+
Festuca spec.	+	—	+	—	—	—	—	++
Geum montanum	—	—	+	—	—	—	—	++
Heliosperma quadrifida	+	+	—	—	—	—	—	—
Oxyria digyna	—	+	—	—	—	—	—	—
Phegopteris dryopteris	—	—	+	—	—	—	—	++
Phleum alpinum	+	—	+	—	—	—	—	++
Poa laxa	+	—	+	—	—	—	—	+
Poa nemoralis	+	—	+	—	—	—	—	++
Ranunculus montanus	—	—	+	—	—	—	—	+++
Saxifraga moschata	+	+	—	—	—	—	—	—
Soldanella carpatica	+	—	+	—	—	—	—	++
Veronica alpina	—	—	+	—	—	—	—	+++
Viola biflora	+	—	+	—	—	—	—	+

Uwagi: Dane o gatunkach w obrębie zespołów są średnimi z wyników badań z kilku stanowisk.

++++ bardzo silna, +++ silna, ++ słaba, + bardzo słaba częstotliwość występowania mykorhizy.

W innych rubrykach + oznacza obecność a — brak danej rzeczy.

Przy podziale mykorhizy ektotroficznej na typy uwzględniono tylko te typy, które w badaniach zostały wykryte, pomijając całkowity podział systematyczny dla zaoszczędzenia miejsca.

Dyskusja wyników badań

Poniższa tabela zestawia dane statystyczne o badanych zespołach:

Nazwa zespołu	Ilość gatunków	Ilość gat. mykotrof.	% gatunków mykotrof.
Pinetum mughi	77	67	87
Calamagrostidetum	47	33	70
Aconitetum	8	7	88
Adenostyletum	12	12	100
Vaccinietum	21	18	86
Luźna roślinność stożka piargowego	24	18	75

Z powyższego zestawienia % mykotroficznych gatunków, oraz z opisów warunków ekologicznych poszczególnych zespołów można wyciągnąć następujące wnioski:

1. Zespoły silnie zasilane w wodę spływającą po składach osiągają zaledwie około 90% gatunków mykotroficznych (*Pinetum mughi, Calamagrostidetum, Aconitetum, Vaccinietum*). Najbardziej odbiega od tego typu żywieniowego zespół *Calamagrostidetum*, gdyż częściowo tkwi poprostu w strumieniach. Jednakże część zespołu z suchszych miejsc zgadza się procentem roślin mykotroficznych z resztą wymienionych w tej grupie zespołów.

2. Zespół *Adenostyletum* składa się z samych roślin mykotroficznych. Wyrasta on w osłoniętych miejscach, gdzie podłoże zalega wiekami i gromadzi się masa dobrze rozłożonej próchnicy. Czyli na wysoki procent roślin mykotroficznych ma wpływ stałość podłoża oraz nagromadzenie się materii organicznej.

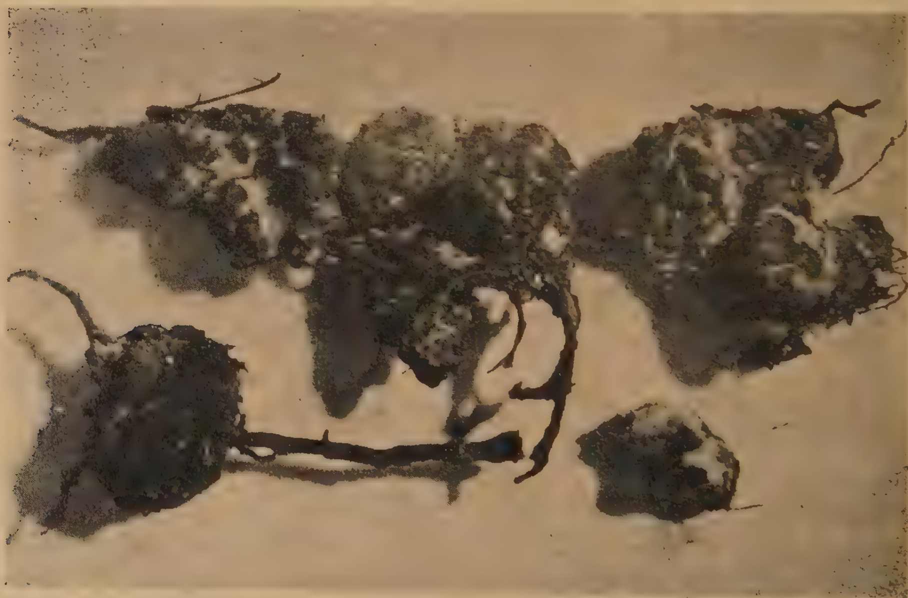
3. Zespoły wyrastające w wodzie strumieni zawierają najmniejszy procent roślin mykotroficznych (*Calamagrostidetum*). Jednak i w tych warunkach niektóre gatunki, nawet tkwiące w pędzącej wodzie strumieni tworzą bogatą mykorhizę endotroficzną. Jako przykład możemy przytoczyć *Caltha palustris;* gatunek ten tworzy silną mykorhizę endotroficzną typu tolypofagicznego z licznymi pęcherzykami. W identycznych warunkach *Ranunculus aconitifolius, Ligusticum mutellina* i *Veratrum lobelianum* również tworzą mykrohizy z pęcherzykami. W innych warunkach rośliny te pęcherzykowej mykorhizy nie tworzyły.

4. Roślinność podłoża stale przewracanego zawiera największy procent gatunków autotroficznych. Na stożku piargowym pod Mięguszowieckimi rośliny mykotroficzne poza tym, że były bardzo słabo rozwinięte, wykazywały bardzo słaby stopień przegrzybienia. Rosły one poprzyczepiane wprost do głazów, gdzie trudno było dopatrzyć się gleby.

Pinetum mughi w swej partii najwyższej, gdzie miesza się z zespołami piętra halnego, wykazuje znacznie mniejsze nasilenie mykotroficzności niż w swej partii najniższej, najbogatszej w gatunki.

Porównując flory grzybów w poszczególnych zespołach dochodzimy do wniosku, że mykotroficzność roślin zielonych nie zależy od bezpośrednio stwierdzonej ilości owocujących gatunków grzybów. W *Adenostyletum* znaleźliśmy zaledwie 4 gatunki grzybów kapeluszowych a zespół jest w 100% mykotroficzny. W *Pinetum mughi* znaleźliśmy 39 gatunków grzybów kapeluszowych a zespół osiągnął tylko 87% gatunków mykotroficznych.

Pinus mughus w naszych badaniach wykazywała zawsze pewną ilość korzeni mykotroficznych. Mykorhizę tworzy ektotroficzną następujących typów: A i C. Do bardzo ciekawych zjawisk należy mykorhiza ektotroficzna typu C, zwana bulwkowatą (ryc. 4). Bulwki dorastają 7 milimetrów średnicy i pokrywają całymi gronami systemy korzeniowe kosodrzewiny wyrastającej na nagich blokach (ryc. 2). Na takich blokach poza splątanymi korzeniami kosodrzewiny i odrobiną źle rozłożonej materii organicznej, powstałej z resztek tkanek kosodrzewiny, żadnej gleby dopatrzeć się nie można. Mykorhizy bulwkowate leżą wprost na nagiej skale. Ponieważ skały granitowe nad Czarnym Stawem nie zawierają azotu dostępnego dla roślin, a azot spadający z opadami znajduje



Ryc. 4. Mykorhiza bulwkowata (ektotroficzna typu C) u kosodrzewiny, powiększona około 4 razy (liniowo).



Ryc. 5. Mykorhiza bulwkowata u kosodrzewiny. Przekrój poprzeczny. Powiększenie około 150×. Widac przekroje poszczególnych korzonków otoczonych własnymi mufkami grzybowymi.

się poza minimum potrzebnym dla rozwoju normalnego, więc nasuwa się przypuszczenie, że mykrohiza typu C może wiązać wolny azot z powietrza. Warto by przeprowadzić na ten temat badania. Według danych Melina typ C tworzony jest przez grzyby z rodzaju *Boletus*.

Salix silesiaca w dolnych partiach *Pinetum mughi* tworzyła obfitą mykorhizę typu A, podczas gdy w górnych partiach tegoż zespołu posiadała jedynie mykorhizę typu Dn.

Viola biflora w dolnych partiach *Pinetum mughi* tworzy bogatą mykorhizę endotroficzną typu tolypofagicznego, natomiast w *Calamagrostidetum* i *Aconitetum* w warunkach silnego uwodnienia obywa się zupełnie bez grzybów, stając się rośliną autotroficzną.

Na ogólną ilość 98 gatunków tworzących mykorhizę endotroficzną przypada 89 gatunków na typ tolypofagiczny a tylko 9 na typ thamniskofagiczny. Można tu jeszcze nadmienić, że typ thamniskofagiczny pojawia się dopiero w niższych partiach piętra kosodrzewu, gdzie zespoły są bujniejsze i nagromadzenie próchnicy większe.

Rodiola rosea w *Oxyrieto-saxifragetum* (N e s p i a k, 1953) rosła jako roślina autotroficzna, podczas gdy wzięta z *Aconitetum* wykazała silną mykorhizę endotroficzną typu tolypofagicznego.

Ranunculus montanus w *Oxyrieto-saxifragetum*, rosnący w bieżącej wodzie (N e s p i a k, 1953) tworzył mykorhizę endotroficzną typu tolypofagicznego z licznymi pęcherzykami. *Ranunculus aconitifolius* w *Calamagrostidetum*, również rosnący w wodzie, wykazał ten sam typ współżycia. Te same gatunki rosnące w miejscach suchszych nie tworzyły pęcherzyków w obrębie mykorhizy tolypofagicznej.

W miarę obniżania się terenu, z czym łączy się ustalanie podłoża i nagromadzanie coraz to większych ilości gatunków w zespołach (zarówno naziemnych jak i podziemnych) stopniowo rośnie procent gatunków mykotroficznych.

W dotychczas zbadanych zespołach najpospolitszym typem współżycia roślin zielonych z grzybami jest mykorhiza endotroficzna typu tolypofagicznego.

Nawet niekiedy półpasożyty zielone jak *Bartsia alpina* (w *Calamagrostidetum)* mogą oprócz normalnego pasożytowania na roślinach kwiatowych tworzyć mykorhizy endotroficzne typu tolypofagicznego. Inne półpasożyty jak *Alectorolophus, Melampyrum* i *Thesium* w badanych przez nas zespołach nie wchodziły w stosunki korzeniowe z grzybami.

Pinguicula vulgaris zawsze posiadał korzenie opatrzone włośnikami i nigdy nie wykazał infekcji grzybowej.

Z Zakładu Fitopatologii i Mykologii
Wyższej Szkoły Rolniczej — Wrocław.

ZUSAMMENFASSUNG

1. Die Pflanzenassoziazionen, welche mit schnell an steilen Gebirgsabhängen in grossen Mengen herunterfliessenden Gewässern versorgt werden, behalten im Krumholzkiefergebiet ca 90% der mykotrophischen Arten.

2. *Adenostyletum alliariae* wächst an geschützten Orten zwischen Steingeroll, wo sich humusreicher Boden sammelt anhaltend durch Jahrhunderte; diese Pflanzenassoziazion weist nur mykotropische Arten auf.

3. Die Pflanzenassoziazionen, welche in fliessenden Gewässer wachsen *(Calamagrostidetum* pro parte) behalten die geringste Zahl mykotrophischer Arten. Unter diesen Arten findet man öfters tolypophagische Typen endotropher Mykorhizen. Manche von ihnen weissen auch reichlich Vesikeln auf. Dieselbe Arten an frischen Böden bilden nur tolypophagische Mykorhizen ohne Vesikeln.

4. Bei *Pinetum mughi* wird der Mykotrophismus seltener je höher ü. d. M. das Gelände liegt.

5. Der Mykotrophismus der grünen Pflanzenassoziazionen ist in keiner Korrelation mit der Zahl der Pilzfruchtkörper, die in dieser Pflanzenassoziazion vorkommen.

6. Es wird vermutet, dass der Typus C der ektrotrophen Mykorhiza bei Krummholzkiefer freies Stickstoff bindet, was ihren Wuchs an nackten Felsblocken ermöglicht (z. B. an den nackten Granitblocken am „Czarny Staw" im Hohen Tatra, wo kein assimilierbarer Stickstof in substrat vorhanden ist).

7. Manche Pflanzen, welche in verschiedenen Pflanzenassoziazionen wachsen, weisen verschiedene Arten der Mykorhiza auf; sie können sogar (in wasserreichen Entwicklungsbedingungen) autotroph sein.

8. Im Hohen Tatra wurde festgestellt, dass die Pflanzenassoziazionen, welche tiefere Standorte belegen grösseres Prozent mykotrophischer Arten aufweisen.

9. Bei *Bartsia alpina*, die als Hemiparasit autotroph in Wurzeln leben soll, wurde eine gut geformte endotrophische Mykorhiza von tolypophagischen Typus beobachtet.

10. Es wurde schliesslich festgestellt, dass tolypophagische Mykorhiza der häufigste Typus bei Grünpflanzen ist.

LITERATURA.

Nespiak A., 1953. Badanie mykotrofizmu roślinności alpejskiej ponad granicą kosodrzewiny w granitowych Tatrach (Mycotrophy of the alpine vegetation of the Tatra Mountains) Acta Soc. Bot. Pol. Vol. XXII, Nr 1, 97—125.

Pawłowski, Sokołowski, Wallisch, 1928. Zespoły roślin w Tatrach część VII. Zespoły roślinne i flora doliny Morskiego Oka. Rozprawy wydz. mat.-przyr. P. A. U. tom LXVII Ser. A/B Kraków.

Wąsowicz T., 1933. Badania nad glebami górskimi P. A. U. Prace Rolniczo-Leśne, Nr 7, Kraków.

Włodek J., Ralski E., 1928. Dalsze badania nad kwasotą gleb tatrzańskich. P. A. U. Kraków.

Chemiczne podstawy podobnego działania fizjologicznego próchnicy oraz wyciągów wodnych z liści niektórych gatunków roślin

Le fondement chimique de l'activitée physiologique analogue de l'humus et des extraits aquex preparés de feuilles de quelquesunes espèces végétales.

S. GUMIŃSKI i Z. GUMIŃSKA

(Wpłynęło 24. IV. 53 r.)

Wstęp.

Poprzednie nasze doświadczenia, zmierzające do wyjaśnienia fizjologicznej aktywności próchnicy przy niedostatku tlenu w podłożu, które ogłosiliśmy w tymże piśmie (1953), skłoniły nas do wniosku, że efekt fizjologiczny próchnicy ma charakter witaminowy oraz że rośliny produkują w liściach pewne ergony, umożliwiające im rozwój w złych warunkach tlenowych podłoża. Konkluzja ta oparta była, między innymi, na fakcie, że podobną aktywność fizjologiczną jak próchnica wykazywały wyciągi wodne liści bukowych, sporządzone według przepisu na otrzymywanie biosów.

Wyłoniło się zatem zagadnienie czy istnieje wspólna podstawa chemiczna tej podobnej aktywności fizjologicznej oraz na czym ewentualne chemiczne podobieństwo obu czynnych substancji polega. W oparciu o wyniki poprzednich doświadczeń przyjęliśmy jako hipotezę roboczą, że obie substancje zawierają odwracalne układy oksydo-redukcyjne, ułatwiające oddychanie korzeni przy niedostatku tlenu w podłożu i że chodzi tu o witaminy prawdopodobnie z grupy B.

Opis doświadczeń.

I. W pierwszym rzędzie postanowiliśmy przeprowadzić porównawcze doświadczenie wegetacyjne, które wykazałoby czy można uzyskać przy pomocy wspomnianych witaminów podobny efekt fizjologiczny, jak przy działaniu próchnicy i wyciągów wodnych liści bukowych.

Prof. dr J. Czosnowski był tak uprzejmy, że nadesłał nam ze swej pracowni witaminy (firmy „Hofmann La Roche") których posiadał pewien, konieczny dla swych bieżących prac badawczych, zapas. Za tę koleżeńską pomoc niechaj nam wolno będzie złożyć mu na tym miejscu należne podziękowanie.

Doświadczenie wegetacyjne z siewkami pomidorów nastawiliśmy według następującego planu:

A) Kultury wietrzone.

1. Kontrola. 2. Próchnica (50 mg/l). 3. Laktoflawina (1 mg/l). 4. Biotyna (1/100 mg/l). 5. Kwas foliowy (1/100 mg/l). 6. Kwas pantotenowy (1/5 mg/l). 7. B_{12} (2,5 γ/l). 8. Komplet w. w witamin + niacyna (1 mg l), timina (1 mg/l) i prydoksyna (1 mg l). 9. Wyciąg z liści lilaka (*Syringa vulgaris*) (10 mg/l).

B) Kultury niewietrzone.

Kombinacje identyczne, jak przy wietrzonych.

W każdej kombinacji 5 powtórzeń.

Nie wprowadzono osobnych kombinacji dla PP. B_1 i B_6 dlatego, że wypróbowano je już z wynikiem negatywnym w poprzednio ogłoszonych doświadczeniach (1953) natomiast użyto ich obecnie w kombinacji kompleksowej. Próchnicę użyto w formie humianu sodowego, B_{12} jako wyciąg z wątroby. W dawkowaniu witamin oparliśmy się na datach Bera (1950) oraz na praktyce mikrobiologicznej. Ponieważ doświadczenie przeprowadzono w kwietniu, więc, w braku liści bukowych, użyto jako materiału do wyciągu wodnego z liści, tym razem szklarniowego lilaku. Sam wyciąg sporządzono stereotypową metodą, przez ekstrakcję liści wodą przez godzinę w temperaturze ok. +70°C. Siewki pomidorów umieszczono po 4 w 1 1/3 litrowych słojach z pożywką mineralną według Hampe i Truffaut (Gumiński 1950), tą samą, której używano w poprzednich doświadczeniach. Roślinki pozostawały zanużone w pożywce po szyję korzeniową. W miarę wyparowywania i transpirowania wody dolewano pożywki do połowy rozcieńczonej. W kulturach niewietrzonych zabieg ten był potrzebny zaledwie 2 razy; użyto wówczas wody świeżo przegotowanej. Wietrzenia dokonywano przez przelewanie słoi z pożywką 1 lub 2 × dziennie. Temperatura w szklarni wynosiła od 20 do 35 stopni C.

Doświadczenie trwało 3 tygodnie.

Różnice pomiędzy kulturami wietrzonymi i niewietrzonymi zaznaczyły się po kilku dniach. Pierwsze rosły i rozwijały się doskonale a poszczególne kombinacje nie wykazywały żadnych różnic ani we wzroście ani w intensywności zieleni. Natomiast w kulturach niewietrzonych rośliny rosły i wykazywały normalną zieleń jedynie w kombinacji z próch-

nicą — wszystkie inne pozostały małe i utraciły pierwotną zieleń; liście pożółkły i pokryły się chorobliwymi plamami. Zamieszczona fotografia dość dobrze oddaje stan kultur przed likwidacją doświadczenia.



Fig. 1A. Kultury wietrzone — *Cultures aérées.*
1. Kontrola — *Contrôle.* 2. Próchnica — *L'humus.* 3. Laktoflawina — *Lactoflavine.* 4. Biotyna — *Biotine.* 5. Kwas foliowy — *Acide folique.* 6. Kwas pantotenowy — *Acide pantotenique.* 7. B_{12}. 8. Wyciąg z liści lilaka — *Extrait des feuilles de Syringa vulgaris.* 9. Komplet witamin w/w oraz B_1, B_6 i PP. — *Complet des vitamines mentionnés plus* B_1, B_6 *et PP.*



Fig. 1B. Kultury niewietrzone — *Cultures non aérées.*
0. Kontrola kultur wietrzonych — *Contrôle des cultures aerées.* 1. Kontrola kultur niewietrzonych — *Contrôle des cultures pas aerées.* 2. Próchnica — *L'humus.* 3. Laktoflawina — *Lactoflavine.* 4. Biotyna — *Biotine.* 5. Kwas foliowy — *Acide folique.* 6. Kwas pantotenowy — *Acide pantotenique.* 7. B_{12}. 8. Wyciąg z liści lilaka — *Extrait des feuilles du Syringa vulgaris.* 9. Komplet witamin w/w oraz B_1, B_6 i PP — *Complet des vitamines mentionnés plus* B_1, B_6 *et PP.*

Po trzech tygodniach wegetacji zważono suchą masę roślin. Wyniki przedstawia tabela:

TABELA I.

Porównanie działania próchnicy, witaminów z grupy B oraz wyciągu wodnego liści lilaka na siewki pomidorów. Comparaison de l'action de l'humus, des vitamines (groupe B) et de l'extrait aquatique des feuilles de *Syringa vulgaris* sur les jeunes plantes des tomates.

Rodzaj kultur Genre de culture	Waga suchej masy 4 roślin (z 1 słoja) w gramach Poids de la matière desechée (4 plantes d'un pot)		Współczynnik względem kontroli Coefficient en rapport du contrôle	
	Pędy Pousses	Korzenie Racines	Pędy Pousses	Korzen. Racines
A) Kultury wietrzone — Cultures aérées .				
1. Kontrola — Contrôle	1,61 ± 0,10	0,26 ± 0,02		
2. Próchnica — L'humus	1,55 ± 0,10	0,29 ± 0,03	1,0	1,1
3. Laktoflawina — Lactoflavine	1,27 ± 0,07	0,25 ± 0,02	0.7	1,0
4. Biotyna — Biotine	1,65 ± 0,16	0.28 ± 0.02	1.0	1.1
5. Kwas foliowy — L'acide folique . . .	1,59 ± 0,11	0.25 ± 0.02	1.0	1.0
6. Kwas pantotenowy — L'acide pantotenique	1,28 ± 0,07	0,21 ± 0,01	0,7	0,8
7. B12	1,63 ± 0,10	0,30 ± 0,02	1,0	1,1
8. Komplet witamin w/w + niacyna, tiamina i pirydoksyna. Complet des vitamines citées au dessus + la niacine, la thiamine et de la pyridoxine	1,56 ± 0,12	0,29 ± 0,03	1,0	1,1
9. Wyciąg z liści lilaka	1,65 ± 0,16	0.29 ± 0,03	1,0	1,1
Extrait des feuilles de Syringa vulgaris				
B) Kultury niewietrzone — Cult. non aèrées.				
1. Kontrola — Contrôle	0,35 ± 0,07	0,05 ± 0,01		
2. Próchnica — L'humus	1,86 ± 0,10	0,32 ± 0,01	5,3	6,4
3. Laktoflawina — Lactoflavine	0,54 ± 0,11	0,08 ± 0,03	1,5	1,6
4. Biotyna — Biotine	0,36 ± 0,06	0,08 ± 0,02	1,0	1,6
5. Kwas foliowy — L'acide folique . . .	0.36 ± 0.07	0,08 ± 0.02	1,0	1.6
6. Kwas pantotenowy — L'acide pantotenique	0,33 ± 0,05	0,07 ± 0,01	0,9	1,4
7. B12	0,21 ± 0.02	0,05 ± 0.01	0.6	1,0
8. Komplet witamin w/w + niacyna, tiamina i pirydoksyna Complet des vitamines citées haut desus + la niacine, la thiamine et de la pyridoxine	0,32 ± 0,03	0,07 ± 0,01	0,9	1,4
9. Wyciąg z liści lilaka	0,33 ± 0,06	0,07 ± 0,01	0,9	1,4
Extrait des feuilles de Syringa vulg.				

Nie tylko żadna z witamin z osobna i wszystkie razem jako zespół, ale też i wyciąg z liści lilaka okazały się w doświadczeniu nieczynne.

Jedynie próchnica umożliwiała rozwój roślin przy niedostatku tlenu w pożywce. Nieoczekiwany ten wynik zaskoczył nas zupełnie.[1]

II. Należało wobec tego powtórzyć doświadczenie zeszłoroczne z wyciągiem z liści bukowych oraz wypróbować działanie wyciągów liści kilku co najmniej gatunków roślin. Założono więc doświadczenie wegetacyjne porównawcze z próchnicą i wyciągami z liści buka, dębu, lilaka, cibory *(Cyperus alternifolius* L.) pomidora i bukszpanu — ponadto użyto do doświadczenia wyciągu z bulwy ziemniaka oraz z drożdży. Próba z bukiem i lilakiem miała być powtórzeniem poprzednich doświadczeń; dąb wybraliśmy ze względu na garbniki, ciborę jako roślinę błotną, przystosowaną do złych warunków tlenowych podłoża; pomidor ponieważ na nim właśnie przeprowadza się doświadczenia, bukszpan zaś z tego względu, że roślina ta może służyć jako wskaźnik biosowy. Młode liście bukszpanu bowiem obfitują w biosy, podczas gdy liście stare (zeszłoroczne) są prawie zupełnie pozbawione biosów (R u g e 1947). Do doświadczenia użyto więc, dla porównania liści starych i młodych. Wyciąg z drożdży, sporządzony według Ruge'go, służyć miał jako źródło naturalnych biosów. Wreszcie wyciąg z bulwy ziemniaka zastosowano ze względu na poprzednie doświadczenia własne (1953) z kulturami ziemniaków, wyrosłych z bulwy oraz z nasienia.

Temperatura w szklarni była wyższa i dochodziła do 40°C; poza tym warunki były identyczne, jak w poprzednim doświadczeniu. Likwidacja po 3 tygodniach.

Już po 10 dniach można było stwierdzić wyraźnie, że w kulturach niewietrzonych rozwijają się rośliny jedynie w tych słojach, gdzie dodano próchnicy, albo wyciągu z liści buka, albo z liści dębu. Wyciągi z liści pomidora dawały słaby i nierówny efekt — inne substancje nie wykazały żadnej aktywności. W kulturach wietrzonych dał się zauważyć podobny, choć znacznie słabszy wpływ próchnicy i wyciągów z liści buka, dębu oraz lilaka.

Efekt w kulturach wietrzonych wytłumaczyć można niedostatkiem tlenu pomimo wietrzenia, spowodowanym wysoką temperaturą.

Zamieszczona fotografia oraz tabela, podająca suchą masę roślin ilustrują opisany stan rzeczy po trzech tygodniach hodowli.

---

[1] Doświadczenie dodatkowe z dziesięciokrotną dawką witaminów potwierdziło ten wynik.



Fig. 2A. Kultury wietrzone — *Cultures aérées.*
1. Kontrola — *Contrôle.* 2. Drożdże — *Levure.* 3. Wyciąg z bulwy ziemniaka — *Extrait de la bulbe de la pomme de terre.* 4. Wyciąg z liści buka — *Extrait des feuilles du hêtre.* 5. Wyciąg z liści dębu — *Extrait des feuilles du chêne.* 6. Wyciąg z liści tegorocznych bukszpanu — *Extrait des feuilles du bois de cette année.* 7. Wyciąg z zeszłorocznych liści bukszpanu — *Extrait des feuilles du buis de l'autre année* 8. Wyciąg z liści lilaka — *Extrait des feuilles de Syrina vulgaris.* 9. Wyciąg z liści cibory — *Extrait des feuilles de Cyperus alternifolius.* 10. Wyciąg z liści pomidora — *Extrait des feuilles de la tomate.* 11. Próchnica — *L'humus.* 0. Kontrola kultur niewietrznych. — *Contrôles des cultures non aérées.*



Fig. 2B. Kultury niewietrzone — *Cultures non aérées.*
1. Kontrola — *Contrôle.* 2. Drożdże — *Levure.* 3. Wyciąg z bulwy ziemniaka — *Extrait de la bulbe de la pommne de terre.* 4. Wyciąg z liści buka — *Extrait des feuilles du hêtre.* 5. Wyciąg z liści dębu — *Extrait des feuilles du chêne.* 6. Wyciąg z liści tegorocznych bukszpanu — *Extrait des feuilles, du buis de cette année.* 7. Wyciąg z zeszłorocznych liści bukszpanu — *Extrait des feuilles du buis de l'autre année.* 8 i 8a. Wyciąg z liści lilaka — *Extrait des feuilles de Syringa vulgaris.* 9. Wyciąg z liści cibory — *Extrait des feuilles de Cyperus alternifolius.* 10 i 10a. Wyciąg z liści pomidora — *Extrait des feuilles de la tomate.* 11. Próchnica — *L'humus.* 0. Kontrola kultur wietrzonych — *Contrôle des cultures aérées.*

TABELA II.

Porównanie działania próchnicy oraz wyciągów wodnych różnego materiału roślinnego. Comparaison de l'action de l'humus et des extraits aquatiques de divers materiaux végétales.

Rodzaj kultur Genre de culture	Waga suchej masy 4 roślin (z 1 słoja) w gramach, Poids de la matière dessechée (4 plantes d'un pot).		Współczynnik względem kontroli. Coefficient en rapport du contrôle.	
	Pędy Pousses	Korzenie Racines	Pędy Pousses	Korzen' Racines
A) *Kultury wietrzone — Cultures aérées*				
1. Kontrola — Contrôle	0,66 ± 0,11	0,16 ± 0,02		
2. Próchnica — L'humus	1,60 ± 0,08	0,31 ± 0,03	2,4	1,9
3. Liście buka — Feuilles du hêtre	1,56 ± 0,13	0,30 ± 0,03	2,4	1,9
4. Liście dębu — Feuilles du chêne	1,42 ± 0,20	0,29 ± 0,04	2,1	1,8
5. Liście lilaka — Feuilles de Syringa vulgaris	1,53 ± 0,09	0,35 ± 0,07	2,4	2,2
6. Liście cibory — Feuilles de Cyperus alternifolius	0,82 ± 0,18	0,15 ± 0,04	1,2	0,9
7. Liście pomidora — Feuilles des tomates	1,05 ± 0,19	0,22 ± 0,04	1,6	1,6
8. L. bukszpanu młode — F. du buis (jeunes)	0,46 ± 0,03	0,13 ± 0,02	0,8	0,8
9. L. bukszpanu zeszłoroczne — F. du buis de l'autrè année	0,65 ± 0,14	0,14 ± 0,04	1,0	0,9
10. Bulwa ziemniaka — Bulbe de la pomme de terre	0,91 ± 0,20	0,20 ± 0,04	1,4	1,2
11. Drożdże — Levure	0,80 ± 0,13	0,19 ± 0,02	1,2	1,2
B) *Kultury niewietrzone — Cultures non aérées.*				
1. Kontrola — Contrôle	0,31 ± 0,05	0,11 ± 0,01		
2. Próchnica — L'humus	1,35 ± 0,15	0,27 ± 0,01	4,3	2,5
3. Liście buka — Feuilles du hêtre	1,71 ± 0,13	0,30 ± 0,05	5,5	2,7
4. Liście dębu — Feuilles du chêne	0,99 ± 0,13	0,19 ± 0,03	3,2	1,7
5. Liście lilaka — Feuilles de Syringa vulgaris	0,42 ± 0,13	0,10 ± 0,03	1,3	0,9
6. Liście cibory — Feuilles de Cyperus alternifolius	0,21 ± 0,01	0,06 ± 0,01	0,7	0,6
7. Liście pomidora — Feuilles des tomates	0,49 ± 0,13	0,12 ± 0,04	1,6	1,1
8. Liście bukszpanu młode — Feuilles du buis	0,22 ± 0,04	0,07 ± 0,01	0,7	0,7
9. Liście bukszpanu zeszłoroczne — Feuilles du buis de l'autre année	0,26 ± 0,03	0,04 ± 0,01	0,8	0,4
10. Bulwa ziemniaka — Bulbe de pomme de terre	0,26 ± 0,06	0,05 ± 0,01	0,8	0,5
11. Drożdże — Levure	0,28 ± 0,04	0,09 ± 0,01	0,9	0,9

Analiza wyników liczbowych wykazuje, że substancje czynne zawarte są niewątpliwie w próchnicy oraz w wyciągach z liści bukowych i dębowych; wyciągi z liści lilaka o ile w ogóle zawierają substancje czynne, to działanie ich jest o wiele słabsze i ujawnia się jedynie przy małym niedostatku tlenu (kultury wietrzone). Ponieważ wyciągi z drożdży oraz młodych liści bukszpanu okazały się nieczynne, więc porzuciliśmy definitywnie myśl o biosach. Z kolei zwróciliśmy uwagę na garbniki i wielofenole. Powodem była zarówno idea chromogenów oddechowych Pałładina oraz osiągnięcia Wojciechowskiego (1949), jak też i wyniki własnych doświadczeń, wskazujące, iż substancje czynne zawierają wyciągi z liści bukowych i dębowych.

Przeprowadziliśmy jakościowe badania chemiczne wyciągów wodnych, sporządzonych z identycznych materiałów roślinnych, jakich używaliśmy poprzednio do doświadczeń wegetacyjnych. Reakcje z chlorkiem żelaza i następnie węglanem sodu a także amoniakiem oraz reakcje utlenienia tlenem powietrza w roztworze alkalicznym (NaOH) — wykazały obecność pirokatechiny w wyciągach z liści buka i lilaka, oraz kwasu gallusowego w wyciągu z liści dębu. Pozostałe wyciągi nie dały pozytywnych reakcji wielofenolowych z wymienionymi odczynnikami. Wynik ten, w zestawieniu z poprzednim doświadczeniem wegetacyjnym, potwierdził hipotezę wielofenolową, z tym jednak zastrzeżeniem, że niezrozumiała pozostała różnica w aktywności fizjologicznej pomiędzy wyciągami liści buka i lilaka, które dawały identyczne reakcje na pirokatechinę.

Wyciągi wszystkich badanych materiałów roślinnych, z wyjątkiem drożdży, pozostawione w otwartych kolbach przez kilka dni, przyjmowały mniej lub więcej ciemne barwy o różnych odcieniach. Najciemniejszą barwę przybierał wyciąg z pomidora i lilaka co nie pozostawało w żadnej korelacji z wynikiem doświadczenia wegetacyjnego. Po dwóch tygodniach, badając wyciągi powtórnie, zadano je kwasem solnym. Stwierdzono wówczas, że w wyciągach z liści bukowych oraz dębowych i tylko w nich, wytrącił się ciemny kłaczkowaty osad.

III. Opierając się na tych spostrzeżeniach oraz na wynikach Wojciechowskiego (1949), przystąpiono do doświadczenia wegetacyjnego z zastosowaniem produktów utlenienia pirokatechiny, kwasu gallusowego, gallotanniny oraz para-chinonu. Roztwory wodne (1 g na litr) tych związków zadawano kilkoma kroplami rozcieńczonego NaOH i wstrząsano. Przybierały wówczas momentalnie właściwą ciemną barwę: pirokatechina brunatną, kwas gallusowy ciemno-zieloną, gallotannina brunatną i chinon ciemno-brunatną prawie czarną. Połowę roztworu tak utlenionego (i spolimeryzowanego?) chinonu (polimer oksychinonu?) zadano kwasem solnym. Wytrącił się kłaczkowaty, koloidalny osad podobny

do naturalnego kwasu huminowego, czerwonawy roztwór ponad osadem, przypominający fulwokwasy, odsączono. Pozostały osad „sztucznego kwasu huminowego" przemyto wodą i rozpuszczono w wodzie zadanej kilkoma kroplami rozcieńczonego NaOH.

Ponadto sporządzono „sztuczną próchnicę" z glukozy i winianu amonowego według Nielsena-Harteliusa. Roztwór ogrzewany w autoklawie przez godzinę do temperatury 130°C miał typowy zapach oraz barwę karmelu.

Równocześnie ogrzewano w identyczny sposób część roztworu naturalnej próchnicy; chodziło w tym wypadku o sterylizację.

Istniała możliwość, że przy stosowaniu naturalnej próchnicy wprowadza się pewne mikroorganizmy, które ewentualnie mogłyby wpływać na rozwój roślin i tę możliwość chcieliśmy wykluczyć przez sterylizację.

Dodatkowo przygotowano: wyciąg z liści gruszy, wykazujący typową reakcję na pirokatechinę oraz roztwór kwasu l-askorbinowego.

Doświadczenie wegetacyjne z siewkami pomidorów nastawiono według następującego schematu: 1) Kontrola, 2) humian, 3) humian sterylizowany, 4) utleniona pirokatechina, 5) utleniony kwas gallusowy, 6) utl. gallotannina, 7) utl. chinon, 8) utl. i oczyszczony z „fulwokwasów" chinon, 9) witamin C, 10) wyciąg z liści gruszy, 11) „sztuczna próchnica" według Nielsena i Harteliusa.

Zarówno naturalne jak i sztuczne „próchnice" dodawano do pożywki w ilości ok. 50 mg na litr. Jak zawsze połowę kultur wietrzono, połowę nie wietrzono. Temperatura w szklarni wynosiła 25—40°C.

W kulturach wietrzonych różnice w rozwoju roślin były niewielkie, natomiast w niewietrzonych w miarę czasu można było wyraźnie stwierdzić następujące różnice: Najlepiej rosły i zieleniły się rośliny w kombinacjach z dodatkiem naturalnej, sterylizowanej próchnicy oraz z „oczyszczaną" „próchnicą" sztuczną, sporządzoną z chinonu. Następnie dobrze rosły rośliny w kulturach z dodatkiem produktów utlenienia kwasu gallusowego oraz gallotanniny, wreszcie z naturalnym humianem a także sztucznym „humianem" nie „oczyszczanym", syntetyzowanym z chinonu. Rośliny w pozostałych kulturach były nikłe i chlorotyczne i nie różniły się wiele od roślin kontrolnych. Podobne różnice zaznaczyły się i w kulturach wietrzonych, jednak w znacznie zmniejszonej skali. Zauważono tutaj ponadto wyraźne zahamowanie we wzroście kultur z dodatkiem witaminu C oraz karmelu.



Fig. 3A. Kultury wietrzone — *Cultures aérées.*
0. Kontrola kultur niewietrzonych — *Contrôle des cultures non aérées.* 1. Kontrola kultur wietrzonych — *Contrôle des cultures aérées.* 2. Próchnica — *L'humus.* 3. Próchnica sterylizowana (autoklawowana) — *L'humus sterilisé dans l'autoclave.* 4. Utleniana pirokatechina. *Pyrocatechol oxygené.* 5. Utleniany kwas gallusowy — *Acide gallique oxygené.* 6. Utleniana tanina — *Tannine oxygenée.* 7. Sztuczna „próchnica" z chinonu — *„L'humus" artificiel de quinone.* 8. „Humian" z chinonu oczyszczony — *„L'humate" preparé de quinone et epuré.* 9. Witamin C — *Vitamine C.* 10. Wyciąg z liści gruszy — *Extrait des feuilles du poirier.* 11. Sztuczna „próchnica" w/w Nielsena — *„L'humus artificiel d'après Nielsen.*

Obserwacje rozwoju kultur oraz analiza cyfr suchej masy wykazują że za pomocą sztucznych „próchnic" uzyskanych przez utlenienie (i polimeryzację) chinonu, kwasu gallusowego a także gallotaniny można osiągnąć podobny efekt fizjologiczny, jak przy użyciu naturalnej próchnicy czy wyciągów wodnych liści bukowych, względnie dębowych. Interesujące jest spostrzeżenie, że oczyszczenie sztucznego „humianu" ze związków rozpuszczalnych w roztworze kwaśnym, odpowiadających naturalnym fulwokwasom, wzmaga własności stymulujące tego „humianu". Również podkreślić warto, że ogrzewanie naturalnej próchnicy przez godzinę w temp. 130°C wzmaga znacznie jej własności stymulacyjne.

Produkty utlenienia pirokatechiny jak również wyciąg z liści gruszy, zawierający pirokatechinę nie zastępują próchnicy przy niedostatku tlenu w podłożu. Również sztuczna „próchnica" Nielsena-Harteliusa nie stymuluje wzrostu roślin w tych warunkach. To samo odnosi się do witaminu C.

Omówienie wyników.

Z opisanych powyżej doświadczeń wynika, że za wspólną podstawę podobnej aktywności fizjologicznej próchnicy oraz wyciągów wodnych



Fig. 3B. Kultury niewietrzone — *Cultures non aérées.*
0. Kontrola kultur wietrzonych — *Contrôle des culture aérées.* 1. Kontrola kultur niewietrzonych — *Contrôle des cultures non aérées.* 2. Próchnica — *L'humus* 3. Próchnica sterylizowana (autoklawowana) — *L'humus sterilisé dans l'autoclave* 4. Utleniana pirokatechina. *Pyrocetechol oxygené.* 5. Utleniany kwas gallusowy — *Acide gallique oxygené.* 6. Utleniana tanina — *Tannine oxygené.* 7. Sztuczna „próchnica" z chinonu — *„L'humus" artificiel preparé de quinone.* 8. „Humian" z chinonu oczyszczony — *„L'humate" preparé de quinone et epuré.* 9. Witamin C — *Vitamine C.* 10. Wyciąg z liści gruszy — *Extrait des feuilles du poirier.* 11. Sztuczna „próchnica" w/g Nielsena — *„L'humus" artificiel d'après Nielsen.*

liści bukowych i dębowych należałoby przyjąć utlenione (i spolimeryzowane?) wielofenole. Że utleniony tlenem powietrza w roztworze alkalicznym p-chinon daje związki podobne do próchnicy, wiemy już od czasu badań Woskressenskiego (1845); że zaś próchnica naturalna istotnie jest polimeronem oksychinonu usiłuje udowodnić w swej pracy (1920-23) Eller. Wyniki naszych doświadczeń podobnie jak wyniki Wojciechowskiego (1949), popierają jego teorię na polu fizjologii roślin.

Aktywność fizjologiczną wyciągów wodnych liści dębowych należy przypisać, zgodnie z wynikami doświadczeń, obecności w tych wyciągach kwasu gallusowego względnie gallotaniny. Ze względu na bliskie pokrewieństwo chemiczne kwasu gallusowego z pirogallolem, wynik ten bynajmniej nie wydaje się dziwny.

Mniej oczywista jest rola wielofenoli w wyciągach z liści bukowych. Wyciągi te dają reakcje na pirokatechinę, a doświadczenia wegetacyjne wykazują, że zarówno zawierające pirokatechinę ekstrakty z liści lilaka oraz gruszy, jak też i produkty utlenienia samej pirokatechiny nie wyrównują braku tlenu w pożywce, podczas gdy wyciągi bukowe działają znakomicie. Ponieważ jednak wyciągi bukowe (podobnie jak dębowe) po dłuższym okresie działania tlenu powietrza (w roztworze obojętnym) dają

TABELA III.

Porównanie działania próchnicy naturalnej, tzw. „sztucznych próchnic“ witaminu C, oraz wyciągu z liści gruszy. Comaparaison de l'action de l'humus naturel, des l'humuses artificiels, du vitamine C et d'extrait aqueux de feuilles du poirier.

Rodzaj kultur Genre de culture	Waga suchej masy roślin (z 1 słoja) w gramach Poids de la matière desechée en g.		Współczynnik względem kontroli Coefficient en rapport du contrôle	
	Pędy Pousses	Korzenie Racines	Pędy Pousses	Korzen. Racines
A) *Kultury wietrzone — Cult. aérées.*				
1. Kontrola — Contrôle	0,36 ± 0,04	0,11 ± 0,01		
2. Humian naturalny — L'humate naturel	0,65 ± 0,07	0,18 ± 0,02	1.8	1,6
3. Humian sterylizowany (naturalny) — L'humate naturel sterilisé	0,72 ± 0,09	0,20 ± 0,03	2,0	1.8
4. „Próchnica“ sztuczna z pirokatechniny. — L'humus“ arfificiel de pyrocatèchole	0,27 ± 0,02	0.07 ± 0.02	0.8	0 7
5. Produkt utlenienia kwasu gallusowego — Produit d'oxydation de l'acide gallique	0,87 ± 0,06	0.22 ± 0.02	2.4	2.0
6. Utleniona gallotanina — Gallotannine oxygenée	0,67 ± 0,06	0,17 ± 0,01	1,9	1,5
7. „Próchnica“ sztuczna z chinonu — „L'humus“ articiciel de quinone	0,75 ± 0,07	0.29 ± 0,07	2.1	2,6
8. „Humian“ oczyszczony z chinonu — „L'humate“ de quinone, epuré	0,66 ± 0,09	0.15 ± 0.02	1,8	1,4
9. Witamina C. — Vitamine C.	0,27 ± 0,10	0,06 ± 0,01	0,8	0,5
10. Wyciąg z liści gruszy — Extrait de feuilles du poirier	0,43 ± 0,04	0,12 ± 0,02	1,2	1,1
11. „Sztuczna próchnica“ Nielsena — „L'humus“ artificiel après Nielsen	0,39 ± 0,13	0,11 ± 0,03	1,1	1,0
B) *Kultury niewietrzone. — Cult. non aérées.*				
1. Kontrola — Contrôle	0,09 ± 0,00	0,02 ± 0,01		
2. Humian naturalny — L'humate naturel	0,28 ± 0.04	0,07 ± 0.01	3,1	3,5
3. Humian sterylizowany (naturalny) — L'humate sterilisé (naturel)	0,74 ± 0,11	0,11 ± 0,02	8.2	5,5
4. „Próchnica“ sztuczna z pirokatechiny — „L'humus“ artificiel de pyrocatèchole	0,18 ± 0.03	0.04 ± 0,00	2,0	2,0
5. Produkt utlenienia kwasu gallusowego — Produit d'oxydation de l'acide gallique	0,58 ± 0,06	0,08 ± 0,01	6,4	4,0
6. Utleniona gallotanina — Gallotannine oxygenée	0,65 ± 0,06	0,11 ± 0,02	7,2	5,5
7. „Próchnica“ sztuczna z chinonu — „L'humus“ artificiel de quinone	0,48 ± 0,06	0,09 ± 0,01	5,3	4,5
8. Humian z chinonu, oczyszczony — L'humate de quinone, epuré	0,79 ± 0,08	0,15 ± 0,01	8,8	7,5
9. Witamin C — Vitamine C	0,11 ± 0,02	0,02 ± 0,00	1,2	1,0
10. Wyciąg z liści gruszy — Extrait de feuilles du poirier	0,18 ± 0,03	0,03 ± 0,00	2,0	1,5
11. „Sztuczna próchnica“ Nielsena — „L'humus“ artificiel après Nielsen	0,12 ± 0,01	0,02 ± 0.00	1,3	1,0

z kwasem solnym osad podobny do naturalnych kwasów huminowych i ponieważ sztuczna „próchnica" z chinonu wytrącona kwasem solnym i oddzielona od „fulwokwasów" jest znacznie bardziej aktywna niż nie „oczyszczona", więc być może, na tego rodzaju własnościach polega różnica pomiędzy wyciągiem z liści bukowych i wyciągami z liści lilaka oraz gruszy jak również produktami utlenienia samej pirokatechiny. Jest bardzo prawdopodobne, że pirokatechina w liściach bukowych występuje w związkach łatwiej się utleniających lub łatwiej polimeryzujących. Być może jest to flobotanina.

Wniosków powyższych nie należy zbyt uogólniać. Różne gatunki roślin mogą niejednakowo reagować na tego rodzaju substancje — niekoniecznie tak, jak siewki pomidora. Także i stadium rozwojowe rośliny może mieć duże znaczenie w reakcji fizjologicznej rośliny na omawiane substancje — wskazują na to wyraźnie wyniki poprzednio ogłoszonych doświadczeń (1953). Jednakże spostrzeżenia w niniejszej pracy omówione nie popierają poprzednio przez nas wypowiedzianego przypuszczenia, „jakoby rośliny wytwarzały we własnych liściach ergony, które w późniejszych fazach rozwojowych ułatwiają oddychanie ich korzeniom". Wyciąg z liści pomidora wywarł w kulturach siewek tego gatunku bardzo słaby efekt. Przy tym pamiętać należy, że wszystkie związki czynne tak naturalnie, jak i sztuczne, dodawane były do pożywek w formie utlenionej i zapewne spolimeryzowanej podczas gdy w tkankach występują zasadniczo w formie zredukowanej i utleniane być mogą w końcowej fazie oddychania, prawdopodobnie jedynie tlenem powietrza, a zatem dostęp tlenu dla ich aktywności fizjologicznej powinien być raczej obfity. Ponieważ zaś dodawane przez nas do pożywek utlenione wielofenole czynne są specyficznie przy niedostatku tlenu, nasuwa się przypuszczenie, że są one akceptorami wodoru oddawanego przez korzenie w procesie oddychania. Nie przesądzając wyniku dalszych zamierzonych badań, podnieść należy, że tego rodzaju metabolizm poza tlenowy właściwy jest wielu mikroorganizmom. Na podstawie praktyki rolniczej i ogrodniczej przypuszczać można, że takim akceptorem wodoru dla korzeni roślin jest próchnica, a zwłaszcza próchnica powstała z liści bukowych.

W praktyce ogrodniczej utarło się przekonanie, że tzw. „ziemia liściowa" z liści bukowych jest najlepsza. Niniejsza praca dostarcza podbudowy teoretycznej dla tego powszechnego przekonania praktycznego.

RESUMÉ

On a constaté dans des recherches précédentes, que les solutions aqueuses colloidales de l'humus rendent possible le développement de jeunes plantes de tomates en cas de manque d'oxygène dans les cultures à l'eau. On a démontré en même temps que dans les milieux qui sont bien

aérés l'humus ne manifeste point d'activité physiologique. Ensuite on a remarqué que l'extrait aqueux des feuilles de hêtre, de même que l'humus, fait possible le développement des plantes dans les milieux de culture insuffisamment pourvus d'oxygène (1953).

Diverses sortes d'extraits humiques de compost deployaient differents degrés d'activité. Dans nos expériences l'humate préparé de la bourbe curative de Krynica s'est montré le plus actif (1950).

Maintenant on a tâché de découvrir une base chimique commune de ces substances qui se ressemblent par leur activité physiologique. Vu le caractère de leur action, les systèmes redoxes, dont on y supposait la présence, firent l'objet de notre attention particulière. Comme l'extrait actif des feuilles de hêtre était reçu par la methode habituelle usitée pour obtenir les bios (on extrayait durant une heure dans l'eau à la température de 70°C à peu près), on a employé avant tout dans les expériences les vitamines du groupe B.

On a exécuté les expériences de cette manière, qu'on comparait l'action de l'humate de la bourbe, des extraits de différentes feuilles, de celui de la levure, et de suivantes vitamines particulières: la thiamine, la pyridoxyne, la lactoflavine, la biotine, la niacine, l'acide folique, l'acide panthoténique, B_{12}, ainsi que de toutes les vitamines nommés prises ensemble. Dans les milieux de culture aérés aucune des substances examinées ne provoquait une stimulation du développement des pousses de tomates qui dépasserait distinctement les bornes d'une erreur expérimentale, tandis que dans les milieux non aérés on a obtenu un accroissement du poids sec très considérable (de plusieurs fois) sous l'influence de l'humate, de l'extrait des feuilles de hêtre et de chêne. Le supplément d'une petite quantité de la solution des humates ou bien de l'extrait des feuilles de hêtre ou de chêne au liquide nutritif, qui manquait d'oxygène produisait des effets non plus quantitatifs mais qualitatifs, quisque la subsistance et le développement suivant des poussés dépendait de la présence de ces matières.

On employa dans les expériences les extraits des feuilles de suivantes espèces de plantes: le hêtre, le chêne, le lilas, le ciperus, la tomate et le buis. (on a usé les extraits des feuilles de buis de l'année précédente et des jeunes — ceci en égard aux bios). Comme on a déjà dit il n'y a que les extraits de hêtre et de chêne que se sont montrés decidément actifs de manière physiologique — les autres extrait n'ont pas donné de résultats positifs (le lilas a donné un résultat incertain).

Puisqu'on concluait des expériences qu'on ne peut pas chercher la cause de l'activité de l'humus ni des extraits de feuilles du hêtre et du chêne parmi les bios connus, donc en suivant les recherches de Wojciechowski (1949) on a dirigé l'attention sur les polyphénols végétaux. On

a constaté que de tous les extraits examinés il n'y a que ceux du hêtre, du chêne, et du lilas qui produisent des réactions typiques pour les phénols et leurs dérivants. En conséquence on a opéré des expériences comparatives pareilles aux précédentes avec les produits d'oxydation, de la pyrocatéchine, de l'acide gallique, de la tannine et du quinone avec l'humate chauffé durant une heure à la température de 130°C et enfin avec l'humus artificiel de Nielsen et Hartelius (1932). Toutes ces substances étaient plus ou moins proches aux matières humiques naturelles.

L'expérience démontra que, dans les conditions où la quantité d'oxygène dans le milieu de culture est insuffisante les produits d'oxydation du quinone, de l'acide gallique, de la tannine et l'humate naturel chauffé jusqu' à 130°C rendent possible un développement exubérant des pousses de tomates. L'humate non chauffé agissait plus faiblement, la pyrocatéchine oxidée-beaucoup plus faiblement. Dans notre expérience les plantes du contrôle ainsi que celles, qui ont reçu une dose de l'humus artificiel de Nielsen et Hartelius (la glucose carmélisée + l'ammonium-tartrate) ne se développaient point (à defaut d'oxygène dans le milieu de culture).

De ces faits il devient clair, que l'activité physiologique aussi bien de l'humus que des extraits aqueux des feuilles du hêtre et du chêne est due aux propriétés d'oxydoréduction des systèmes quinoïdes.

Les expériences décrites ci-dessus font une preuve de plus en faveur des vues de Eller et de Wojciechowski concernantes la structure quinoïde de l'humus naturel. En même temps le rôle des phénoles dans les organismes végétaux apparait sous un nouvel aspect.

CYTOWANA LITERATURA.

1. Ber A., 1950. Hormony wzrostu roślin zielonych, grzybów i bakterii. 377 str. Warszawa, Książka i Wiedza.
2. Eller W. u. Koch K., 1920. Ber. dtsch. Chem. Ges. *53:* 1469—76.
3. Eller W., 1921. Brennstoff-Chemie *2* : 129—33.
4. Eller W., 1923. Liebigs Ann. *431* : 133—61.
5. Gumiński S., 1950. Acta Soc. Bot. Pol. *20* : 589—620.
6. Gumiński S. i Gumińska Z., 1953. Acta Soc. Bot. Pol. *22* : 45—63.
7. Nielsen N. u. Hartelius V., 1932. Biochem. Z. *256* : 2—10.
8. Ruge U., 1947. Uebungen zur Wachstum-u. Entwicklungsphysiologie. d. Pflanze. 164 str. Berlin-Göttingen, Springer-Verlag.
9. Wojciechowski J. i Jeske G., 1949. Sprawozd. Pozn. Tow. Przyj. Nauk T. XVI.
10. Woskressensky A., 1845. J. pr. Chem. (1) *34* : 251—254.

Badania nad biologią grzyba *Hydnum erinaceus* (Bull.) Fr. na sztucznych pożywkach

Studies on biology of the fungus Hydnum erinaceus (B u l l.) F r. *on artificial media*

TADEUSZ GLASER

(Wpłynęło 17.V.53 r.)

W s t ę p

Grzyb *Hydnum erinaceus* (B u l l.) F r. zasługuje na uwagę jako gatunek bardzo rzadko w Polsce występujący. Okaz, który posłużył jako materiał wyjściowy do niniejszej pracy, jest drugim z kolei notowanym na ziemiach polskich. Pierwszy raz był notowany przez N a m y s ł o w s k i e g o B. (1914) w Łapszynie w byłej Galicji.

Biologia grzyba w świetle dostępnej, światowej literatury mykologicznej (1—14) nie jest dotąd znana, co głównie skłoniło mnie do przeprowadzenia niniejszych badań.

C z ę ś ć o p i s o w a

Hydnum erinaceus (B u l l.) F r., nazywany również przez niektórych autorów np. L i n d a u'a (1928) *Dryodon erinaceus* (B u l l.) F r., nie posiada nazwy w języku polskim. Nazwa gatunkowa grzyba pochodzi od słowa łacińskiego e r i c i u s = jeż, co należy tłumaczyć podobieństwem kształtu owocnika do jeża. W literaturze niemieckiej (L i n d a u — 1928) gatunek ten figuruje pod nazwą Igel-Stachelpilz. Wobec braku terminu polskiego, proponuję dla tego gatunku nazwę k o l c z a k j e ż a s t y.

Z a s i ę g g e o g r a f i c z n y grzyba jest bardzo szeroki. O r ł o ś H. (1951) podaje, że obszarem występowania grzyba jest Azja. C o o k e M. C. (1871) i S o r a u e r P. (1932) podają go jako gatunek występujący tylko w Ameryce. W Europie notowali go: B r e s a d o l a G. H. i C a v a r a G. G. (1900) we Włoszech, C a r t w r i g h t K. St. G. i F i n d l a y W. P. K. (1951) w Anglii, G a r d M. L. (1922) we Francji, K r a v t z e f f B. I. (1935) w Związku Radzieckim. Z prac

Hepting'a G. H. i Hedgcock'a G. G. (1937) oraz Davidson'a R. W. i Campbell'a W. A. (1942) wynika, że grzyb *Hydnum erinaceus* (Bull.) Fr. występuje najpospoliciej w Stanach Zjednoczonych Ameryki Północnej.

Żywicielami (gospodarzami) grzyba jest szereg gatunków drzew liściastych. Orłoś H. (1951) podaje jako żywicieli dąb i buk. Gard M. L. (1922) notował go na orzechu włoskim (*Juglans regia* L.), Hepting G. H. (1935) na *Liquidambar styracifula* L., *Celtis laevigata* Willd., *Diospyros virginiana* L. i jesionie (*Fraxinus sp.*), Hepting G. H. i Hedgcock G. G. (1937) na *Quercus alba* L., *Quercus borealis* Michx., *Quercus borealis maxima* (Harsh.) Ashe, oraz na *Liriodendron tulipifera* L. Na wiązie (*Ulmus* sp.) obserwowali go Bresadola G. H. i Cavara G. G. (1900). Kravtzeff B. I. (1935) donosi o częstym występowaniu grzyba na dębie mongolskim (*Quercus mongolica* Turcz.). Migula W. (1912) podaje, że grzyb występuje na dębach (*Quercus* sp. sp.), bukach (*Fagus* sp. sp.), olszach (*Alnus* sp. sp.) i jabłoniach (*Malus* sp. sp.).

Znaczenie gospodarcze grzyba obrazują dane Davidson'a R. W. i Campbell'a (1942) z prac nad zgnilizną dębów. Autorowie podają, że na 1718 oznaczonych zgnilizn dębów, 707 (41,1%) z nich było spowodowanych przez grzyb *Stereum gausapatum* Fr., 135 (7,8%) przez *Hydnum erinaceus* (Bull.) Fr., 96 (5,5%) przez *Armillaria mellea* (Vahl.) Quel.. Reszta zgnilizn przypadała na inne gatunki grzybów. Jak wynika z powyższego, grzyb należy w warunkach amerykańskich do ekonomicznie ważnych.

W naturze grzyb *Hydnum erinaceus* (Bull.) Fr. występuje jako półpasożyt, atakujący zwykle drzewa osłabione, chociaż można go spotkać, jak wynika z moich obserwacji oraz danych Spaulding'a i Parley'a (1910), na martwym, obrobionym już drewnie. Bramami wejścia dla grzyba są rany na drzewach. Zarodniki grzyba padając na odsłoniętą partię drewna kiełkują i grzybnia wrasta do twardzieli, gdzie powoduje, jak podaje Cartwright K. St. i Findlay W. P. K. (1951), jasno-brązową zgniliznę. Drewno rozkładane przez *Hydnum erinaceus* (Bull.) Fr. jest miękkie i gąbczaste, w twardzieli zaś występują duże jamy wypełnione masą jasno-żółtej grzybni. W efekcie działania grzyba w drzewie powstaje dziupla, czyniąca drewno jako materiał do przeróbki prawie bezwartościowym. Zapoczątkowana zgnilizna rozszerza się stopniowo na coraz dalsze partie drewna. Hepting G. H. (1935) badając zgnilizny drzew po pożarze w delcie Mississippi stwierdził, że grzyb *Hydnum erinaceus* (Bull.) Fr. powodował największy przy-

rost zgnilizny z wszystkich badanych gatunków grzybów, równy 3,5 cala w stosunku rocznym.

Po bliżej dotąd nieokreślonym czasie grzyb przystępuje do wytworzenia na opanowanym drzewie owocnika. Owocnik, jak podaje M i g u l a W. (1912) i inni autorowie, jest duży, dochodzący do 10—20 cm długości i szerokości, kształtu sercowatego, u nasady ściągnięty w siatkowato na powierzchni postrzępiony, bocznie osadzony trzon długości do 8 cm. Cały owocnik jest początkowo śnieżno-biały, mięsisty, pokryty z wyjątkiem trzona białymi, wiszącymi kolcami długości 3—6 cm. W okresie starzenia się, owocnik przybiera barwę żółto-brązową a miąższ jego staje się korkowato-gipsowaty. Zarodniki grzyba są hyalinowe, kuliste albo prawie jajowate o rozmiarach 5—6μ.

Okresem pojawienia się owocników w/g M i g u l i W. (1912) jest lato i jesień. L i n d a u G. (1928) podaje czas pojawienia się owocników od sierpnia do grudnia. Grzyb *Hydnum erinaceus* jest gatunkiem jednorocznym, jadalnym.

C z ę ś ć d o ś w i a d c z a l n a

Jako materiału wyjściowego do niniejszej pracy użyto owocnika zebranego dnia 8.X.1951 r. na kłodzie dębowej (*Quercus pedunculata* E h r h.) w tartaku w Dobroszycach, powiat Oleśnica, województwo Wrocławskie przez Napieralskiego. Grzyb miał 12 cm długości, 17 cm szerokości i 10 cm grubości. Kolce owocnika dochodziły w jego szczytowej części w stanie świeżym od 3 do 5 cm.

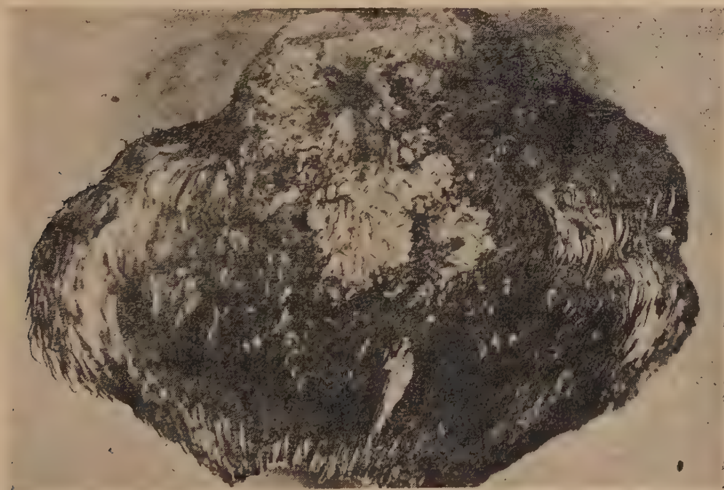


Fig. 1. Owocnik grzyba *Hydnum erinaceus* (Bull.) Fr., zebrany 8.X.1951 r. na kłodzie dębowej w Dobroszycach.

The sporophore of Hydnum erinaceus (Bull.) Fr. collected 8.X.1951 on the oak trunk at Dobroszyce.

Bezpośrednim celem pracy było poczynienie obserwacji nad rozwojem grzyba na sztucznych pożywkach w zależności od ich składu, odczynu, temperatury oraz nad niszczycielskim działaniem grzyba na drewno dębowe i bukowe, które w naturze jest najczęściej przez niego opanowywane.

Uzyskanie czystych kultur. W celu uzyskania kultury grzyba, wykonano z różnych części owocnika, a więc z miąższu i kolcy 6 izolacji. Pobrane z świeżo odsłoniętej partii owocnika inokula wielkości kilku milimetrów przenoszono w warunkach możliwie sterylnych na rozlaną do płytek Petri'ego pożywkę agarowo-maltozową o pH = = 5,5. Po 4—6 dniach z kawałeczków grzyba wyłożonych do płytek za-



Fig. 2. Przekrój podłużny owocnika grzyba *Hydnum erinaceus* (Bull.) Fr.
The longitudinal section of fruiting body of Hydnum erinaceus (Bull.) Fr.

częła przechodzić stopniowo na pożywkę biaława, przyległa do podłoża grzybnia, z początku ledwo widoczna, później tworząca biały mączysty nalot. Wyrosłą grzybnię przeszczepiono do próbówek na taką samą pożywkę ukośną. Kultury te, uzyskane w warunkach sterylnych, nie wykazały obecności organizmów obcych, wobec czego najżywotniejszą z nich wybrano do dalszych badań.

Rozwój grzyba na sztucznej pożywce. Doświadczenie to miało na celu prześledzenie rozwoju grzyba w sztucznej hodowli. Przeprowadzono je na pożywce agarowo-maltozowej o pH = 5,5, w warunkach temperatury pokojowej (16—22°C), w 5 powtórzeniach na płytkach Petri'ego. Pożywkę szczepiono inokulami średnicy 4 mm, wyciętymi specjalnym wzorcem z brzeżnej partii 15-dniowej kultury. W chwili założenia doświadczenia inokula przerośnięte były grzybnią substratową, z nieznacznymi śladami grzybni powietrznej, stwierdzonej pod mikrosko-

pem. Po 2 dniach inokula zaczęły pokrywać się białym, mącznym nalotem grzybniowym. Po 4—6 dniach na inokulach grzybnia narosła do grubości około 1 mm i zaczęła rozchodzić się promienisto na pożywkę, przerastając ją równocześnie na całej grubości. Wykształcenie grzybni powietrznej jest w tym czasie bardzo słabe, z wyjątkiem partii bezpośrednio przyległej do inokulów. W ciągu dalszych 20 dni następował rozrost grzybni głównie w pożywce, bardzo słabo natomiast na jej powierzchni. W ciągu następnych, paru dni na inokulach i wokół nich narastały bryłki grzybni zbitej, miąższowej, nieregularne w kształcie, o średnicy do 1 cm i około 0,5 cm wysokości. Po 26—30 dniach na bryłkach zbitej grzybni na inokulach zaczęły wytwarzać się śnieżno białe kolce, które wyrastały we wszystkich kierunkach i po tygodniu dochodziły długości do 1,5 cm i grubości u nasady od 1 do 2 mm. Równolegle z powstawaniem kolcy na samym inokulum, tworzyły się one również w innych punktach pożywki opanowanej przez grzybnię. Kolce po osiągnięciu długości 0,5—1 cm rozgałęziały się nieregularnie we wszystkie strony, co było cechą różniącą owocniki w sztucznej hodowli od owocników wyrosłych w naturze, u których kolce nie rozgałęziają się.

Wyhodowaną grzybnię i owocniki poddano badaniu mikroskopowemu. Grzybnia pożywkowa i powietrzna nie wykazały między sobą różnic morfologicznych. Szerokość grzybni (100 pomiarów) wahała się w granicach od 2,7 do 5,5 μ. Strzępki były cienkobłonne, wielokomórkowe, hyalinowe, komórki wydłużone, cylindryczne, wewnątrz wypełnione drobnymi



Fig. 3. 40-to dniowa kultura grzyba *Hydnum erinaceus* (Bull.) Fr. wyhodowana na płytce Petri'ego na pożywce agrowo-maltozowej o pH 5,5.
The 40-days old culture of Hydnum erinaceus (Bull.) Fr. grown on malt-agar with pH 5,5.

kulistymi kroplami i luźną masą ziarnistą. Rozgałęzienia grzybni następowały zwykle pod kątem prostym. W miejscach ścianek poprzecznych strzępki znajdowały się łukowate klamerki (sprzążki), łączące obie, przylegające do siebie komórki. Klamerki te występowały czasem na dwóch do trzech ściankach sąsiednich, częściej jednak znajdowały się na co drugiej lub co trzeciej ściance poprzecznej. Cecha ta jest charakterystyczna dla wielu obłoczniaków *(Hymenomycetes)*. Klamerki te, zwane też łącznikami szponowymi, odgrywają rolę w procesach płciowych przy przechodzeniu jąder.

Grzybnia miąższowa owocnika i kolców składała się ze strzępek znacznie grubszych — 7,4 do 18,5μ (100 pomiarów), również hyalinowych i wypełnionych kulistymi utworami i masą ziarnistą. Obok komórek regularnie cylindrycznych, występowały również częściowo lub całkowicie rozdęte o zgrubiałej błonie w miejscach rozdęcia. Na opisanej grzybni miąższowej stwierdzono ślady zanikających klamerek (sprzążek).

Przekrój podłużny i poprzeczny kolców wykazał obecność owocowania podstawkowego grzyba. Hymenium podstawkowe było typu stichobasidialnego. Podstawki były maczugowate, hyalinowe, cienkobłonne, długości 25,9 do 37,0μ i szerokości w najszerszym miejscu 5,5 do 7,4μ (100 pomiarów), wypełnione drobnymi kulistymi utworami i ziarnistą masą, przy czym w szczytowej ich części znajdował się w większości wypadków jeden duży kulisty utwór. Na szczycie podstawek umieszczone były 4 sterigmy, ku górze zwężające się, długości 2,7 do 3,7 μ (20 pomiarów). Na sterigmach znajdowały się zarodniki. Były one prawie okrągławe lub jajowate, hyalinowe, gładkobłonne, z jedną dużą kroplą umieszczoną centralnie. Długość zarodników wynosiła 4,6 do 7,4μ, szerokość 3,7 do 6.4μ (100 pomiarów). Wymiary i wygląd zarodników były zbliżone do podanych w części opisowej niniejszej pracy. Pozostałe elementy morfologiczne i anatomiczne oraz ich wymiary nie były w dostępnej mi literaturze opisywane.

Rozwój grzyba w zależności od rodzaju pożywki. W celu zastosowania do dalszych badań pożywki możliwie najbardziej odpowiadającej rozwojowi grzyba zaszczepiono go na 9 różnych co do składu pożywkach (tabela 1.). Do badania użyto inokulów średnicy 4 mm, wyciętych z brzeżnej partii 20-dniowej kultury grzyba, wyhodowanej na pożywce agarowo-maltozowej o pH = 5,5 i zaszczepiono nimi po 5 płytek Petri'ego z każdym rodzajem pożywki. Doświadczenie przebiegało w temperaturze pokojowej, wahającej się w granicach od 16 do 21°C. pH użytych pożywek wynosiło od 4,6 do 4,9. W odstępach 3-dniowych czyniono obserwacje nad szybkością wzrostu grzybni na poszczególnych pożywkach. W trakcie tych obserwacji stwierdzono, że czas potrzeb-

ny grzybni od chwili zaszczepienia do momentu przejścia z inokulów na pożywkę, był na poszczególnych płytkach, na takiej samej nawet pożywce bardzo różny. Różnica między płytkami tej samej kombinacji pożywki wynosiła do 6 dni. Fakt ten należałoby tłumaczyć pewnymi różnicami w samych inokulach między sobą mimo, że były wycinane z podobnych miejsc jednolitej kultury, z pomocą specjalnie do tego celu sporządzonego wzorca. Przyczyną różnic mogły być również drobne uszkodzenia ino-



Fig. 4. 60-cio dniowa kultura grzyba *Hydnum erinaceus* (Bull.) Fr. wyhodowana w kolbie Erlenmeyer'a na ukośnie zestalonej pożywce agarowo-ziemniaczano-glukozowej o pH 5,5.

The 60-days old culture of Hydnum erinaceus (Bull.) Fr. grown in Erlenmeyer-flask on oblique potato-glucose-agar with pH 5.5.

kulów igłą preparacyjną przy przenoszeniu ich z płyki macierzystej na nowe pożywki oraz nierówne przyleganie inokulów do nowego podłoża. Wobec powyższego przy pomiarze szybkości wzrostu grzybni zastosowano dla wszystkich płytek pewną normę, po której osiągnięciu przez grzybnię zaczęto dopiero jej promień mierzyć w odstępach co 3 dni. Promień kultury, kwalifikujący ją do rozpoczęcia pomiarów, wynosił 5 mm. Całe doświadczenie trwało dla wszystkich powtórzeń na poszczególnych pożyw-

kach 30 dni tzn. od chwili osiągnięcia przez daną kulturę promienia 5 mm do ukończenia doświadczenia. Przy pomiarze promieni kultur brano pod uwagę wymiary w miejscach maksymalnego wzrostu. Wyniki wpływu składu pożywki na szybkość wzrostu grzybni przedstawia tabela 2.

Największy wzrost wykazała grzybnia na pożywce Sabourand'a. Nieco gorszy wzrost notowano na pożywce agarowo-maltozowej. Na obu pożywkach stwierdzono, że w ostatnich dniach dokonywania pomiarów, zaczęły pojawiać się zarówno na inokulach jak i na całej powierzchni pożywki zajętej przez grzybnię, liczne małe kolczaste owocniki. Równie silne wytwarzanie owocników stwierdzono na pożywce agarowo-ziemniaczano-glukozowej i agarowo-śliwkowo-sacharozowej, jednak przy mniejszym wzroście liniowym grzybni. Na pożywce KZ, agarowo-śliwkowo-peptono-

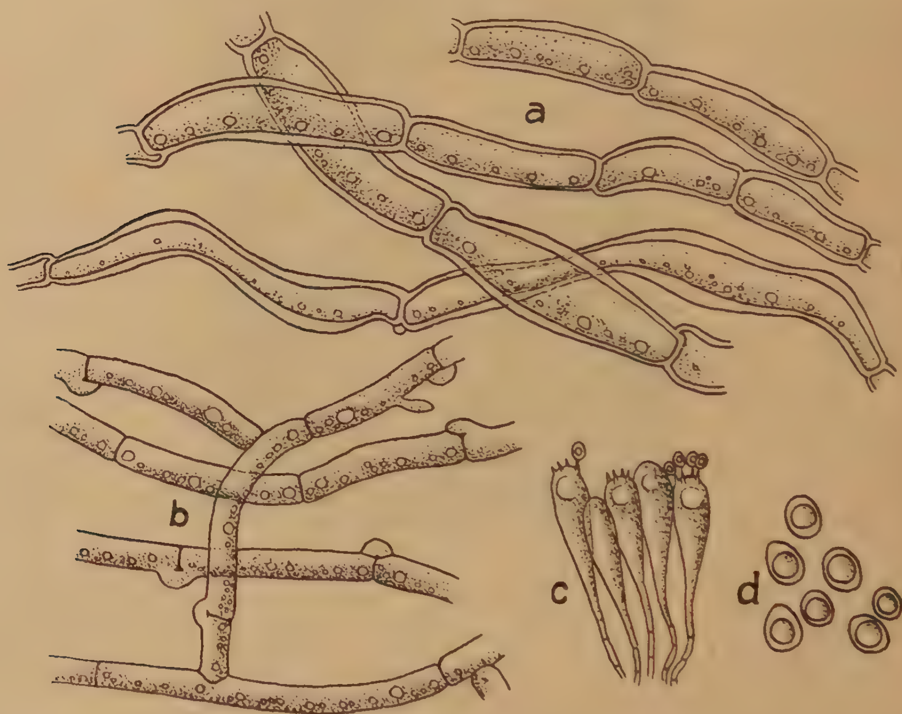


Fig. 5. Elementy mikroskopowe grzyba *Hydnum erinaceus* (Bull.) Fr. w kulturze wyhodowanej na pożywce agarowo-maltozowej o pH 5,5. a) grzybnia miąższowa, b) grzybnia pożywkowa, c) fragment hymenium podstawkowego, d) zarodniki podstawkowe.

The microscopic elements of Hydnum erinaceus (Bull.) Fr. from the malt-agar culture with pH 5,5.

a) the tissue-mycelium b) the substrat-mycelium, c) a piece of basidium fructification, d) basidiospores.

wej i Tubeuf'a owocniki tworzyły się w słabym stopniu i to głównie na inokulach lub w ich bardzo bliskim sąsiedztwie. Grzyb na pożywce Reitsmy owocników nie wytworzył chociaż grzybnia narastała w grubej, zwartej, filcowato-waciastej warstwie. Pożywka pod koniec doświadczenia zaczęła się przebarwiać pod grzybnią na brunatno. Najmniejszy wzrost grzybni zaobserwowano na pożywce agarowo-dębowej. Grzybnia była tu bardzo rzadka, prawie pajęczynowata, bez widocznych skłonności do wytworzenia owocników.

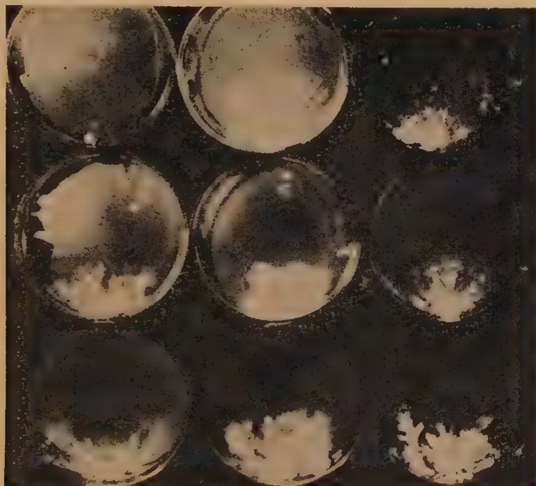


Fig. 6. 30-dniowe kultury grzyba *Hydnum erinaceus* (Bull.) Fr. na 9-ciu różnych pożywkach. W pierwszym rzędzie od góry z lewej ku prawej: na pożywce agarowo-dębowej, agarowo-ziemniaczano-glukozowej i Tubeuf'a; w środkowym rzędzie jak wyżej: na pożywce agarowo-śliwkowo-sacharozowej, Reitsmy i agarowo-śliwkowo-peptonowej; w dolnym rzędzie jak wyżej: na pożywce KZ. Sabourand'a i agarowo-maltozowej.

The 30-days old cultures of Hydnum erinaceus (Bull.) Fr. on 9 different media. The first upper row from left to the right: on oak-agar, potato-glucose agar and on Tubeuf's medium; the second (middle) row: on plum-saccharose-agar, on Reitsma's medium and on plum-pepton-agar; the third (lower) file: on KZ medium, Sabourand's medium and on malt-agar.

Ogólnie można powiedzieć, że grzyb *Hydnum erinaceus* (Bull.) Fr., wśród grzybów niszczących drewno, pod względem szybkości wzrostu na sztucznych pożywkach, należy do gatunków wolno rosnących. Wzrost dobowy grzyba wynosi średnio około 1mm.

TABELA 1 — TABLE 1

Wykaz pożywek użytych do badań. — List of media used in these studies

L. p. No	Nazwa pożywki The name of the medium	Skład 1 l pożywki Composition of 1 l medium	Uwagi Remarks
1	Agarowo-maltozowa	20 g agaru 25 g ekstraktu maltozowego woda destyl. — uzupełnienie do objętości 1 l.	Sterylizacja 18 min./1 atm.
2	KZ (3% agaru)	30 g agaru ekstrakt z 100 g suszonych gruszek ekstrakt z 8 szt. suszonych śliwek 1,5 g peptonu 1,5 g KH_2PO_4 20 g sacharozy 1 g $MgSO_4$ 1 g kwasu cytrynowego 1 g $FeCl_3$ woda destyl. — uzupełn. do obj. 1 l.	Pożywka Karola Zaleskiego Sterylizacja 18 min./1 atm.
3	Agarowo-ziemiaczano-glukozowa	20 g agaru ekstrakt z 200 g ziemniaków 20 g glukozy woda destyl. — uzupełn. do obp. 1 l.	Sterylizacja 18 min./1 atm.
4	Agarowo-śliwkowo-peptonwa	20 g agaru 2 g peptonu ekstrakt z 12 śliwek suszonych woda destyl. — uzupełn. do obj. 1 l.	Sterylizacja 18 min./1 atm.
5	Agarowo-śliwkowo-sacharozowa	20 g agaru 20 g sacharozy ekstrakt z 12 śliwek suszonych woda destyl. — uzupełn. do obj. 1 l.	Sterylizacja 18 min./1 atm.
6	Sabourand'a	18 g agaru 10 g peptonu 40 g maltozy woda destyl. — uzupełn. do obj. 1 l.	Sterylizacja 18 min./1 atm.
7	Tubeuf'a	120 g żelatyny 25 g ekstratktu maltozowego 25 g ekstraktu mięsnego Liebig'a 10 g kwasu cytrynowego woda destyl. — uzupełn. do obj. 1 l.	Sterylizacje 18 min./1 atm.
8	Reitsmy	20 g agaru 30 g glukozy 20 g sacharozy 10 g peptonu 1 g KH_2PO_4 woda destyl. — uzupełn do obj. 1 l.	Sterylizacja 18 min./1 atm.
9	Agarowa-dębowa	20 g agaru ekstrakt z 80 g drewna dębowego woda destyl. — uzupełn. do obj. 1 l.	Sterylizacja 18 min./1 atm.

TABELA 2 — TABLE 2

Wpływ różnych rodzajów pożywek na szybkość wzrostu grzyba *Hydnum erinaceus* (Bull.) Fr. w temperaturze pokojowej (16—21°C)

The influence of different media on the rate of growth of *Hydnum erinaceus* (Bull.) Fr. in room temperature (16—21°C)

L. p. No	Nazwa pożywki The name of the medium	pH pożywki pH of medium	Ilość powtórzeń Number of replications	Średnia arytmetyczna promieni kultur grzyba w mm od chwili dojścia do rozmiarów 5 mm Arithmetic average of ray measures of fungus cultures in mm from the moment of reaching 5 mm					Rozrzut wymiarów promieni kultur w mm z 5 powtórzeń po 30 dniach The dispersion of the ray-measures of cultures in mm from 5 replications after 30 days
				po 3 dniach After 3 days	po 6 dniach After 6 days	po 9 dniach After 9 days	po 12 dniach After 12 days	po 30 dniach After 30 days	
1	Agarowo-maltozowa	4,8	5	5,8	8,3	11,0	13,8	38,2	34—43
2	KZ (3% agaru)	4,9	5	4,5	7,0	9,8	12,3	28,0	24—34
3	Agar.-ziemniaczano-glukozowa	4,9	5	4,0	7.3	10,3	13,0	34,3	29—37
4	Agar.-śliwkowo-peptonowa	4,7	5	3,8	6,3	8,5	10,3	28,5	23—33
5	Agar.-śliwkowo-sacharozowa	4,6	5	2,5	5,3	8,8	11,3	28,4	25—34
6	Sabourand'a	4.9	5	5,0	11,0	14,5	17,0	39,1	33—52
7	Tubeuf'a	4,9	5	3,0	5,4	8,6	11,2	34,9	31—40
8	Reitsmy	4,7	5	2,8	4,8	7,0	9,3	24,2	22—26
9	Agarowo-dębowa	4.6	5	3,0	5.5	8,8	11.8	29.0	19 38

W p ł y w t e m p e r a t u r y. Doświadczenie przeprowadzono na płytkach Petri'ego na pożywce agarowo-maltozowej o pH = 4,9 w 5 powtórzeniach dla poszczególnych temperatur. Metodykę pomiaru zastosowano taką jak w poprzednim doświadczeniu z tą różnicą, że promień kultury kwalifikujący ją do pomiaru zmniejszono do 2 mm, a to ze względu na możliwość szybkiego wysychania pożywki w wyższych temperaturach. Pomiaru kultur od chwili dojścia ich promieni do 2 mm dokonywano po 3, 6 i 10 dniach. Do badań użyto ultratermostatu Hoeppler'a. Wyniki doświadczenia przedstawia tabela nr 3.

TABELA 3 — TABLE 3

Wpływ różnych temperatur na rozwój grzyba *Hydnum erinaceus* (B u l l.) F r.
The influence of temperature on the growth of *Hydnum erinaceus* (B u l l.) F r.

L. p. No	Temperatura w °C Temperature in °C	Ilość powtórzeń Number of replications	Średnia arytmetyczna promieni kultur w mm, od chwili dojścia do wymiarów 2 mm Arithmetic average of ray measures of fungus cultur. in mm from the moment of reaching 2 mm			Rozrzut wymiarów promieni kultur w mm z 5 powtórzeń po 10 dniach The dispersion of the ray-measures of the cultures in mm, from 5 repetitions. after 10 days
			po 3 dniach after 3 days	po 6 dniach after 6 days	po 10 dniach after 10 days	
1	18	5	3,4	6,8	11,0	9 — 13
2	20	5	5,6	8,6	17,6	16 — 20
3	22	5	5,6	8,4	14,4	11 — 16
4	24	5	2,8	8,2	14,2	13 — 19
5	28	5	3,0	8,0	13,7	12 — 15
6	32	5	1,0	2,2	3,6	3 — 4

Jak wynika z powyższego zestawienia, optymalną temperaturą dla grzyba było 20°C. W porównaniu z innymi grzybami temperatura ta jest stosunkowo niska, dla większości bowiem gatunków niszczących drewno optimum temperatury przypada w granicach od 25 do 28°C (C a r t w r i g h t K. S t. G. i F i n d l a y W. P. K. — 1951).

W p ł y w pH n a r o z w ó j g r z y b a. Do badań użyto pożywki agarowo-maltozowej, którą zaszczepiono inokulami z jednolitej 20-dniowej kultury. Doświadczenie trwało 10 dni (tzn. od chwili zakwalifikowania się poszczególnych kultur do pomiaru do zakończenia) i przebiegało w temepraturze pokojowej wahającej się w granicach od 17 do 22°C. Pozostałe warunki i wyniki badań ilustruje tabela 4.

TABELA 4 — TABLE 4

Wpływ pH na rozwój grzyba *Hydnum erinaceus* (B u l l.) F r.
The influence of pH on the growth of *Hydnum erinaceus* (B u l l.) F r.

L. p. No	pH pożywki pH of the medium	Ilość powtórzeń Number of replications	Średnia arytmetyczna promieni kultur w mm od chwili dojścia do wymiarów 5 mm Arithmetic average of ray measures of fungus cultures in mm from the moment of reaching 5 mm			Rozrzut wymiarów promieni kultur w mm z 5 powtórzeń, po 10 dniach The dispersion of the ray-measures of the cultures in mm from 5 repetitions, after 10 dayr
			po 3 dniach after 3 days	po 6 dniach after 6 days	po 10 dniach after 10 days	
1	4,1	5	5,3	10,9	16,5	14 — 20
2	4,9	5	6,2	12,0	17,5	15 — 20
3	5,9	5	4,6	10,4	15,2	13 — 16
4	6,3	5	4,8	9,7	14,5	12 — 18
5	7,0	5	5,5	10,8	15,7	13 — 20

Analizując wyniki stwierdzić należy, że reakcja grzyba na pH jest niewyraźna, rzadko u grzybów na sztucznych pożywkach spotykana. Optimum pH wynosiło około pH 4,9. Najsłabszy wzrost notowano przy pH 6,3, natomiast przy pH 7,0 stwierdzono ponowną tendencję do wzmożonego wzrostu. Dla kontroli powyższych wyników doświadczenie powtórzono. Rezultaty drugiego powtórzenia potwierdziły w przybliżeniu wyniki pierwszego. W drugim wypadku optimum wypadło przy pH 4,2 (13,2 mm), najsłabszy wzrost przy pH 6,1 (7,2 mm), ponowny wzmożony wzrost notowano przy pH 6,8 (10,8 mm). Wobec powyższego optimum dla grzyba należy przyjąć w granicach pH 4—5.

Pewne wątpliwości co do powyższego twierdzenia nasuwa sprawa wzmożonej tendencji wzrostowej grzyba przy pH około 7. Bliższe obserwacje grzybni wyrosłej w obu powtórzeniach przy pH od 4 do 5 i przy pH około 7 pozwoliły stwierdzić, że grzybnia w pierwszym wypadku (pH 4—5) jest o wiele gęstsza, mączysta, podczas gdy w drugim wypadku (pH około 7), jest ona bardzo rzadka, prawie pajęczynowata. Można przypuszczać, że stosując metodę wagową do pomiaru wytworzonej grzybni a nie pomiaru liniowego, okazałoby się prawdopodobnie, że masa grzybni w obu wyżej przytoczonych wypadkach rozstrzygnęłaby sprawę optimum pH dla grzyba na korzyść pH 4—5.

Na podstawie dokonanych w niniejszym doświadczeniu obserwacji możnaby powiedzieć, że w danych warunkach ze wzrostem pH gęstość (masa) wytworzonej grzybni maleje, wzrost liniowy natomiast kształtuje sie nieregularnie.

D o ś w i a d c z e n i e n a d r o z k ł a d c z y m d z i a ł a n i e m g r z y b a n a d r e w n o d ę b o w e i b u k o w e. Badania przeprowadzono w 8 kolbach Kolle'go zalanych 45 cm^3 pożywki agarowo-maltozowej o pH 5. Wysterylizowaną i zestaloną pożywkę zaszczepiono inokulami z 20-dniowej kultury *Hydnum erinaceus* (B u l l.) Fr. Po opanowaniu całej pożywki przez grzybnię, co trwało 40 dni, włożono do kolb na działanie grzyba po 2 klocki drewna o wymiarach 2,5 $\times$ 5 $\times$ 1,5 cm. Do 4 kolb włożono próbki drewna dębowego (*Quercus pedunculata* E h r h.), do pozostałych klocki bukowe (*Fagus silvatica* L.). Próbki drewna przed włożeniem do kolb suszono przez 18 godz. w temperaturze 100—102^{0}C, po czym zważono je i wysterylizowano w autoklawie. W kolbach umieszczono je w ten sposób, że jednym końcem spoczywały podparte na szklanych pałeczkach ulokowanych na pożywce a drugim bezpośrednio na wyrosłej grzybni. Grzyb przeszedł stopniowo z pożywki na drewno. Działanie grzyba na próbki drewna trwało 3 miesiące w temperaturze 20—22^{0}C. Po tym czasie wyjęto klocki z kolb, oczyszczono z grzybni powierzchniowej, zważono, następnie wysuszono w warunkach jak wyżej i w stanie su-



Fig. 7. Kolby Kolle'go z wyłożonymi do nich próbkami drewna bukowego i dębowego po 3 miesiącach działania na nie grzyba *Hydnum erinaceus* (Bull.) Fr.

The Kolle-flasks with the oak and beech wood-samples after 3 months decomposition activity of Hydnum erinaceus (Bull.) Fr.

chym ponownie zważono. Uzyskane cyfry pozwoliły ustalić wilgotność próbek po zakończeniu doświadczenia oraz stratę wagi poszczególnych klocków spowodowaną rozkładczą działalnością grzyba. Szczegółowe wyniki badań przedstawia tabela 5.

Jak wynika z tabeli 5, ubytek wagi próbek spowodowany rozkładczą działalnością grzyba wynosił dla drewna dębowego średnio 3,13% (przy rozrzucie od 1,52 do 6,28%), dla drewna bukowego średnio 7,41% (przy rozrzucie 2,68 do 11,37%). Uzyskane wyniki kwalifikują grzyba do kategorii dość silnie rozkładających drewno. W szczególności wykazały to próbki drewna bukowego. Być może, że decydujący wpływ na zbyt niski wynik miało użycie próbek drewna dębowego, w których był znaczny procent twardzieli (około 50%), a jak podaje Cartwright K. St. G. i Findlay W. P. K. (1951), do prób tego rodzaju winno używać się drewna bielastego, które jest zwykle mniej odporne na działanie grzybów.

Streszczenie i wnioski

Praca niniejsza jest przyczynkiem do znajomości biologii grzyba *Hydnum erinaceus* (Bull.) Fr. Grzyb ten występuje w Polsce bardzo rzadko. Biologia jego jest w świetle dostępnej literatury mykologicznej (1—14) dotąd niepoznana.

TABELA 5 — TABLE 5

Wyniki doświadczenia nad rozkładczym działaniem grzyba *Hydnum erinaceus* (Bull.) Fr. na drewno dębowe i bukowe.

The results of the experiment upon the decomposition activity of *Hydnum erinaceus* (Bull.) Fr. to oak — and beech — woods.

Gatunek drewna Wood species	Nr nr kolb, Kollego No^s of Kolle flasks	Nr nr próbek drewna No^s of wood samples	Ciężar próbek drewna po wysuszeniu, przed włożeniem do kolb w g The weight of wood samples after drying up before putting them into Kolle flasks in g	Ciężar próbek drewna po wyjęciu z kolb w g The weight of wood-samples after taking them out from flasks in g	Ciężar próbek drewna po wyjęciu z kolb i wysuszeniu w g The weight of wood samples after taking them out from flasks and after drying them up in g	% wilgotności próbek drewna po wyjęciu z kolb Percentage of humidity of wood-samples after taking them out from the flasks	Strata ciężaru próbek drewna w % % ciężaru początkowego The loss of weight of wood-samples in percentages of previous weight	Stan próbek drewna po badaniu The state of wood-samples after the study
Dąb	I	1	12,30	17,02	11,94	29,85	2,93	Próbki zewnętrznie silnie opanowane przez grzybnię. Drewno ze śladami rozkładu.
		2	12,32	17,74	12,07	31,96	2,03	
	II	3	12,50	16,60	12,15	26,81	2,80	
		4	12,95	17,67	12,50	29,26	3,47	
	III	5	13,20	18,54	13,00	29,54	1,52	
		6	12,45	17,69	12,17	31,20	2,25	
	IV	7	13,38	17,12	12,54	26,75	6,28	
		8	12,73	17,10	12,25	28,36	3,77	
	Średni % straty ciężaru próbek drewna 3,13							
Buk	V	9	10,85	14,84	9,69	34,70	10,69	Próbki zewnętrznie słabo opanowane przez grzybnię. Drewno lekko rozłożone.
		10	11,70	16,10	10,37	35,59	11,37	
	VI	11	12,30	16,59	11,97	27,85	2,68	
		12	11,47	14,90	10,57	29,06	7,85	
	VII	13	11,50	16,79	10,95	34,78	4,78	
		14	12,15	16,67	11,22	32,69	7,65	
	VIII	15	11,95	15,69	11,19	28,68	6,36	
		16	12,04	15,97	11,09	30,56	7,89	
	Średni % straty ciężaru próbek drewna 7,41							

W części opisowej niniejszej pracy nakreślono zasięg geograficzny grzyba oraz zakres roślin żywicieli (gospodarzy), na których on występuje. Kilka uwag poświęcono destruktywnemu działaniu grzyba na zaatakowane drewno.

Część doświadczalna obejmuje badania własne nad rozwojem grzyba na sztucznych pożywkach w ogóle a w szczególności w zależności od ich składu, temperatury i pH. Osobny rozdział poświęcony został badaniom nad niszczycielską działalnością grzyba w stosunku do drewna dębowego i bukowego.

Do badań użyto kultur uzyskanych drogą izolacji z owocnika zebranego dnia 8.X.1951 r. na kłodzie dębowej w tartaku w Dobroszycach, pow. Oleśnica, woj. Wrocławskie przez Napieralskiego.

Wyniki przeprowadzonych badań prowadzą do następujących wniosków:

1. Z szeregu stosowanych pożywek największy wzrost liniowy grzyba notowano na pożywce Sabourand'a przed pożywką agarowo-maltozową. Najsłabszy wykazał grzyb na pożywce agarowo-dębowej.
2. Najintensywniejsze tworzenie się owocników grzyba stwierdzono na pożywce Sabourand'a i agarowo-maltozowej, słabiej powstawały na pozostałych pożywkach, natomiast nie wytworzyły się zupełnie na pożywce Reitsmy i agarowo-dębowej.
3. Wytworzone na sztucznych pożywkach owocniki różniły się od wytworzonych w naturze tym, że ich kolce rozgałęziały się nieregularnie, co nie ma miejsca u owocników naturalnych.
4. Wymiary zarodników uzyskanych ze sztucznej hodowli nie różniły się od podawanych dla tego gatunku w klasycznej literaturze mykologicznej (Lindau G. — 1928, Migula W. — 1912).
5. Cechy mikroskopowe grzyba uzupełniono wymiarami podstawek, sterigm i grzybni.
6. Czas potrzebny grzybowi do wytworzenia początków owocników na sztucznej pożywce wynosił około 40 dni.
7. Optimum temperatury dla rozwoju grzyba wynosiło około 20°C.
8. Wpływ pH na rozwój grzyba kształtował się niewyraźnie. Największy wzrost notowano przy pH 4—5, jednak przy pH około 7 dała się zauważyć ponowna tendencja grzyba do wzmożonego wzrostu.
9. Badania nad niszczycielską działalnością grzyba na próbki drewna, wykazały, że ubytek wagi drewna dębowego po 3 miesiącach działania grzyba wynosił średnio 3,13%, bukowego 7,41%.

Summary and conclusions

This paper is a contribution to the knowledge of biology of fungus *Hydnum erinaceus* (Bull.) Fr, which is very rare in Poland. As it is evident from the disposable mycological literature, its biology is not yet detaily known.

In descriptive part of this paper is discussed the geographic distribution of the fungus and the list of its host-plants. There is mentioned also the destructive activity of *Hydnum erinaceus* (Bull.) Fr. o the attacked wood.

The experimental part comprises the study on the growth of the fungus on artificial media in relation to their composition, pH and temperature. The special chapter is dedicated to the problem on the destructive activity of the fungus to the oak- and beech-woods.

The cultures of *Hydnum erineceus* (Bull.) Fr. used in this research were obtained by isolation from the fruiting body, found by mr. Napieralski 8.X.1951 on the oak trunk in the sowing-mill at Dobroczyce county of Oleśnica, region Wrocław — Poland.

The results obtained may be taken in following conclusions up:

1. From the several media, the best growth of the fungus was stated on the Sabourand's medium. The next was the agar-maltose medium. The weakest growth showed the fungus on the agar-oak medium.
2. The most intensive formation of the sporophores was stated on Sabourand's and agar-maltose media. No fruiting bodies were formed on Reitsma's and agar-oak media. On the others media used the formation of the fruiting bodies was weaker.
3. The fruiting bodies formed on artificial media distinguished themselves from those grown in natural conditions by irreguliar branching of their teeth which do not appear in nature.
4. The dimensions of the spores obtained from artificial cultures, corresponded to the measures given for this fungus in classical literature (Lindau — 1928, Migula 1912).
5. The author gives the microscopisal measurings for the basidia, sterigmae and mycelium of this fungus not given in literature.
6. The mycelium on artificial media started to form the fruiting bodies after ab. 40 days.
7. The optimum temperature for the fungus was lying at about 20°C.
8. The pH influenced the growth of the fungus not distinctly. The largest growth was stated at pH 4—5, but at pH = about 7 it could be stated the tendency of the fungus to increase the development.

9. The study on the destructive activity of the fungus to the oak and beech wood-samples showed, that the oak-wood lost in average 3,13% of its mass after 3 months of activity of the fungus and the beech-wood 7,41%.

CYTOWANA LITERATURA

1. Bresadola G. e Cavara F. 1900 — „Manipolo di funghi di Terracina" — Z. PflKrankh. Vol. XI, str. 268.
2. Cartwright K. St. G. i Findlay W. P. K. 1951 — „Rozkład i konserwacja drewna" — Tłumaczenie z angielskiego — Państw. Wyd. Roln. i Leśne — Warszawa (497 str.).
3. Cooke M. A. 1871 — „Handbook of British Fungi" — Macmillan nad Co. — London (488 str.).
4. Davidson R. W., Campbell W. A. & Vaughan (Dorothy B) 1942 — „Fungi causing decay of living oaks in the eastern United States and their cultural indentification" — R.A.M., Vol. XXI, str. 396.
5. Gard M. Y., 1922 — „*Hydnum erinaceus* Bull. sur Noyers" R.A.M. Vol. I. str. 443.
6. Hepting G. H., 1935 — „Decay following fire in young Mississippi Delta hardwoods" — R.A.M., Vol. XV, str. 470.
7. Hepting G. H. & Hedgcock G. G. 1937 — „Decay in merchantable Oak, Yellow Poplar and Basswood in the Appalachian region" — R.A.M., Vol. XVI, str. 716.
8. Kravtzeff B. I. 1935 — „Gribnyje bolezni mongolowskowo duba" — R.A.M., Vol. XV, str. 63.
9. Lindau G. 1928 — „Kryptogamenflora fuer Angaenger — Die hoehre Pilze-Basidiomycetes" — Verlag von Julius Springer — Berlin (497 str.).
10. Migula W. 1912 — „Kryptogamen — Flora von Deutschland. Deutsch-Oesterreich u. d. Schweiz-Band III. 2 Teil. 1 Abt.-Basidiomycetes" — Verlag Fridrich von Zezschwitz-Gera, R. (400 str.).
11. Namysłowski B. 1914 — „Śluzowce i grzyby Galicji i Bukowiny" — Odbitka z Pamiętnika Fizjologicznego — Tom. XXII, str. 109.
12. Orłoś H. 1951 — „Przewodnik do oznaczania chorób drzew i zgnilizn drewna" — Państw Wyd. Roln. i Leśne — Warszawa (376 str.).
13. Sorauer P. 1932 — „Handbuch der Pflanzenkrankheiten-Band III. Teil II" Verlagsbuchhandlung Paul Parey — Berlin (948 str.).
14. Spaulding-Parley 1910 — „Fungi of Clay Mines" — Z. PflKrankh. Vol. XXII. str. 487.

Rzadko spotykana forma koralowa grzyba *Fomes applanatus* (Pers.) Wallr. *forma coralloides*. f. nova

Rarely met coralloid form of the sporophore Fomes applanatus (Pers.) Wallr. forma coralloides, f. nova

TADEUSZ GLASER

Wpłynęło 17.V.53.

Wstęp

Tworzenie się u grzybów form morfologicznych owocników, odbiegających swoim wyglądem od normalnie wykształconych, jest zjawiskiem bardzo pospolitym. Szczególnie częste wypadki tego rodzaju spotykane są u podstawczaków właściwych *(Autobasidiomycetes)*.

Ulbrich E. (1926) dzieli podstawczaki właściwe pod względem plastyczności na 3 typy. Najmniejszą plastyczność form owocników wykazują grzyby typu monomorficznego, do których autor zalicza takie grupy systematyczne jak: *Lepioteae*, *Amaniteae*, rodzaje *Psathyrella*, *Panaeolus*, *Mycena* i inne. Dużą stałością form owocników charakteryzują się również grzyby rodziny *Phallaceae*, *Lycoperdaceae*, *Tulostomataceae*, *Sclerodermataceae* i rodziny pokrewne. Drugi z kolei typ oligomorficzny o ograniczonej plastyczności reprezentowany jest przez niektóre rodzaje z podrodziny *Polyporeae* i *Boleteae* oraz rodzaje *Lactarius*, *Clitocybe*, *Russuliopsis* i *Collybia* z rodziny *Agaricaceae*. Nieco większą plastyczność w tym typie wykazują rodzaje *Psalliota*, *Stropharia*, *Hypholoma*, *Pholiota*, *Tricholoma* i inne. Największą plastycznością form owocników cechują się grzyby typu poikilomorficznego. Należą tu między innymi rodziny *Thelephoraceae*, *Hydnaceae*, spośród *Polyporaceae* podrodziny *Polyporeae*, *Merulieae*, *Fistulineae* oraz niektóre rodziny rzędu *Agaricales* i *Cantharellales*

Przyczyny tworzenia przez grzyby form owocników odbiegających swym wyglądem i budową od normalnie wykształconych tłumaczy się przeważnie wpływem warunków zewnętrznych jak: grawitacja, ucisk me-

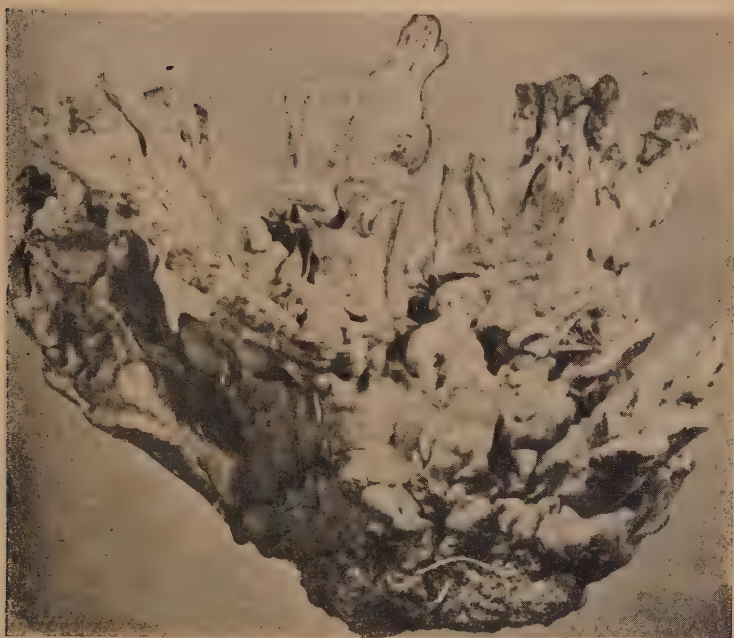
chaniczny, rany, działanie organizmów obcych, zasobność podłoża w środki odżywcze, wilgotność podłoża, warunki świetlne i cieplne. Z przyczyn wewnętrznych w/g Ulbricha (1926) poznana i opisana jest przez Brunswik'a sprawa wytwarzania anormalnych owocników u grzybów z grzybni haploidalnej t.zn. zawierającej jedno jądro w komórkach.

Część opisowa

Grzyb *Fomes applanatus* (Pers.) Wallr. — huba spłaszczona, jak sama nazwa wskazuje, wytwarza owocniki wyraźnie płaskie, zdrewniałe, u nasady zgrubiałe, ku brzegowi cieniejące. Brzeg owocnika jest zwykle stosunkowo gruby, mniej lub więcej wyprostowany. Rozmiary grzyba są nieraz bardzo znaczne, dochodzące do kilkudziesięciu cm długości i szerokości oraz kilku kilogramów wagi. Górna strona owocnika jest zwykle w mniejszym lub większym stopniu strefowana lub nieregularnie pofałdowana, czasem inkrustowana. Skórka jest gruba, twarda, rogowata, koloru szarego lub ciemno-szarego, pokryta z reguły warstwą brunatnego pyłu zarodnikowego. Miąższ owocnika jest koloru brunatnego, konsystencji korkowato-włóknistej. Hymenofor w stanie świeżym jest biało oszroniony. W miejscach dotknięcia lub uszkodzenia świeżego hymenoforu powstają trwałe plamy koloru czekoladowego. Zarodniki grzyba są brunatne, owalne o wymiarach 8-12$\times$5-8 μ. Grzyb występuje tylko na drzewach liściastych, głównie jednak, jak podaje Lindau (1928), na topolach i bukach.

Na temat odkształceń morfologicznych owocników grzyba *Fomes applanatus* (Pers.) Wallr. pisał Ulbrich (1926). Opisuje on dwa okazy grzyba zebranego w roku 1912 w miejscowości Alt-Ruppin, znajdujące się w Muzeum Botanicznym w Berlinie. Pierwszy okaz o średnicy 40 cm, wyrosły z pniaka wierzbowego posiadał krótki, centralny trzon. Powierzchnia jego, dzięki obrośnięciu przez owocnik licznych otaczających go źdźbeł traw i kawałków gałązek, była specyficznie wyboista i nieregularna. Podobnie i z tych samych przyczyn wyglądał drugi, nieco mniejszy owocnik, z tą różnicą, że był osadzony na podłożu na bocznym trzonie.

White J. H. (1919) w swojej pracy nad biologią grzyba *Fomes applanatus* (Pers.) Wallr. pisze o dość często spotykanych, anormalnie wykształconych formach owocnika u tego gatunku. Autor stwierdza, że grzyb w warunkach sztucznej hodowli nie uzyskuje zwykle postaci normalnej. Między innymi załączył do pracy rycinę owocnika *Fomes applanatus* (Pers.) Wallr., bardzo zbliżonego swym wyglądem do niżej opisanego. Grzyb ten był około 20 cm wysoki i wyrósł z pniaka pokrytego warstwą ziemi.



Ryc. 1. Koralowa (anormalna) forma owocnika grzyba *Fomes applanatus* (P e r s.) W a l l r., zebrana 14.X.1949 r. w nadleśnictwie Wolsztyn na martwym pniaku *Populus canadensis* M n c h.

Fig. 1. *The coralloid (abnormal) form of the sporophore of Fomes applanatus (Pers.) Wallr. found 14.X.1949 in chief-forestry of Wolsztyn on the trunk of Populus canadensis Mnch.*

O p i s f o r m y k o r a l o w e j g r z y b a F o m e s a p p l a n a t u s (P e r s.) W a l l r.

Owocnik niżej opisany (Ryc. 1.) zebrano dnia 14.X.1949 r. w oddziale 36 leśnictwa Belęcin na terenie nadleśnictwa Wolsztyn, położonego w zachodniej części województwa Poznańskiego.

Warunki klimatyczne poprzedzające zbiór (od czerwca do października 1949 r.) charakteryzowały się wskaźnikiem opadów równym od 20 do 104% w stosunku do średniej normalnej opadów. Temperatura w tym samym czasie cechowała się odchyłką od +2,2 do —2,2°C w stosunku do średniej normalnej.

Pniak topoli kanadyjskiej *(Populus canadensis* M n c h.), na którym zebrano owocnik, znajdował się w cieniu pobliskich drzew liściastych, otoczony wysoką trawą, wystającą nad poziom zrzezu pniaka około 50 cm.

Zebrany okaz miał 20 cm średnicy i 16 cm wysokości oraz ważył 0,2 kg w stanie suchym. Grzyb był osadzony na pniu centralnie, na krótkim, stożkowato ku nasadzie zwężającym się trzonku. Typowym i zwykle

spotykanym u tego gatunku jest boczne osadzenie owocnika. (Ryc. 2.) Nasadowa część owocnika była kształtu nieregularnie miskowatego, od spodu pokryta częściowo starym, brunatnym, częściowo zaś świeżym, białawym hymenoforem rurkowym z plamami koloru czekoladowego. Plamy takie powstają wskutek ucisku mechanicznego i są między innymi cechą charakterystyczną gatunku. Górna strona nasadowej części owocnika była nieregularnie wyboista, o powyginanym i zatokowo powycinanym brzegu. Z różnych miejsc powierzchni części nasadowej wyrastały maczugowate, nieregularnie pofałdowane, nieraz wzajemnie pozrastane, na szczycie krótko rozgałęzione pałki o konsystencji i skórce nie różniącej się od normalnie wykształconych owocników tego gatunku. Maczugowate utwory były



Ryc. 2. Płasko-konsolowata (normalna), najczęściej spotykana forma owocnika *Fomes applanatus* (P e r s.) W a l l r. na pniu *Populus canadensis* M n c h.

Fig. 2. Bracket-like sporophore (normal) of Fomes applanatus (Pers.) Wallr. most frequently met on the trunk of Populus canadensis Mnch.

koloru jasno-popielatego a szczytowe, nieregularne rozgałęzienia były ciemno-brunatne lub czarne. Na pałkach tych, począwszy od ich podstawy aż do partii szczytowych, znajdowały się mniejsze lub większe powierzchnie pokryte normalnie wykształconym hymenoforem rurkowym. Obecność podstawek i zarodników stwierdzono zarówno w warstwach rodzajnych części nasadowej owocnika jak i na maczugowatych wyroślach. Wymiary tych elementów nie odbiegały od norm podawanych dla gatunku w klasycznej literaturze mykologicznej (M i g u l a — 1912, L i n d a u — 1928).

Wytworzenie wyżej opisanej formy koralowej owocnika należałoby tłumaczyć przystosowaniem się grzyba do warunków otoczenia. Centralne osadzenie owocnika było wynikiem szczególnego wypadku położenia po-

dłoża w płaszczyźnie poziomej (zrzez pniaka), zamiast normalnie spotykanej infekcji i wytworzenia owocników na płaszczyźnie pionowej z bocznym osadzeniem owocnika.

Maczugowate wyrośla u owocnika mogły być wynikiem stosunkowo małego dostępu światła, który to czynnik, jak podaje Ulbrich E. (1926), ma w wielu wypadkach decydujący wpływ na wytworzenie się takich właśnie na wpół sterylnych form owocników u szeregu grzybów. Z drugiej strony w/g tego samego autora powodem tego rodzaju przerostów u grzybów może być również przystosowanie się danego okazu do warunków uniemożliwiających swobodny rozsiew zarodników. Takie niekorzystne warunki mogła wytworzyć w danym wypadku wysoka trawa otaczająca pniak topoli z rosnącym na nim grzybem.

Diagnosis

Pileo coralloiformi deformato: *basi parte* irregulariter disciformi, superficie insigniter incrustata, *basi parte* numerosis claviformibus excrescentibus contecta, ex parte invicem coalescentibus, apicibus ex parte ramosis in nonnullis locis normalem sporulentem hlmenophorem ferentibus, *contextu et dimensionibus microscopicis* a specie typica (Fomes applanatus (Pers.) Wallr.) non differentibus.

Habitat: Collectum in mortuo trunco Populi canadensis in silvis Wolsztyn in Polonia.

Streszczenie

Praca niniejsza jest przyczynkiem do znajomości flory grzybowej Polski. Celem jej było opisanie nowej, dotąd niespotykanej w Polsce formy koralowej huby spłaszczonej (*Fomes applanatus* (Pers.) Wallr. (Ryc. 1). Opisany okaz grzyba zebrano w leśnictwie Belęcin na terenie nadleśnictwa Wolsztyn w województwie Poznańskim w dniu 14.X.1949 r. na martwym pniaku topoli kanadyjskiej *(Populus canadensis* Mnch.). Zebrana forma różni się bardzo znacznie swoim kształtem od normalnie wykształconych i zwykle spotykanych form tego gatunku (Ryc. 2).

Część nasadowa owocnika była nieregularnie miskowata, na powierzchni silnie wyboista. Z części nasadowej wyrastały maczugowate, pofałdowane, nieraz wzajemnie pozrastane, na szczycie z krótkimi rozgałęzieniami pałki, pokryte w niektórych miejscach normalnie wykształconym i owocującym hymenoforem rurkowym. Drugą cechą różniącą opisaną formę grzyba jest centralne osadzenie owocnika na podłożu, zamiast normalnie spotykanego bocznego osadzenia. Podobny wypadek opisuje Ulbrich E. (1926) i White J. H. (1919).

Konsystencja owocnika oraz wymiary elementów mikroskopowych nie odbiegały od odnośnych danych w klasycznej literaturze mykologicznej (L i n d a u — 1928, M i g u l a — 1912). Średnica owocnika wynosiła 20 cm, wysokość 16 cm, waga 0,2 kg.

SUMMARY

This paper presents the contribution to the knowledge of the Polish mycological flora. Its purpose was to describe the new coralloid form of fruiting body of *Fomes applanatus* (P e r s.) W a l l r. until now not noted in Poland. The coralloid form of *Fomes applanatus* (P e r s.) W a l l r. was found in the forestry Belęcin belonging to chief-forestry of Wolsztyn (region Poznań—Poland) 14.X.1949. on the died trunk of the canadian poplar (*Populus canadensis* M n c h.).

The coralloid form differs quite remarquably by its shape from the bracket-like sporophore normally met and formed in this species. The base part of this form was irregurarly dish-formed the surface of which was full of excavations. From the basal part grew upwards many clavate, folded, sometimes marging together rods, shortly branched on the top, covered in some places by normaly developped and sporulating tabular hymenophore. The second characteristic mark of the coralloid form was the central attachment to the trunk, instead of the normal side attachment of sporophore. Alike form describe U l b r i c h E. (1926) and W h i t e J. H. (1919).

The consistency and measures of the microscopic elements (spores) of the coralloid fruiting body were equal to those given in the classical literature (M i g u l a — 1912, L i n d a u — 1928). The diameter of the fruiting body measured 20 cm, its height 16 cm, and its weight in dry state reached 0,2 kg.

CYTOWANA LITERATURA

1. L i n d a u G. (1928) — „Kryptogamenflora fuer Anfaenger — Die hoehere Pilze-Basidiomycetes" — Verlag von Julius Springer — Berlin. (497 str.).
2. M i g u l a W. (1912) — „Kryptogamen-Flora von Deutschland, Deutsch-Oesterreich u. d. Schweiz-Band III, 2 Teil, 1 Abt. — Basidiomycetes" — Verlag Fridrich von Zezschwitz-Gera, R. (400 str.).
3 U l b r i c h E. (1926) — „Bildungsabweichungen bei Hutpilzen" — Selbstverlag des Botanischen Vereins der Provinz Brandenburg-Berlin. (104 str.).
4. W h i t e J. H. (1919) — „On the Biology of Fomes applanatus (Pers). Wallr." From the Transactions of the Royal Canadian Institute, Toronto. The University of Toronto Press, Toronto. (str. 133—174).

Experimental studies on protein spindles

by

J. MOLÉ-BAJER

Laboratory of Plant Physiology, Jagellonian University, Kraków.

(entered: 1. VI. 53 r.)

INTRODUCTION

Amorphous and crystalloid protein bodies are to be found in the cytoplasm and the nucleus of different organs of numerous lower and higher plants. The shape and the structure of such protein bodies are very diverse.

The protein spindles, however, belong in respect to their structure, their origin, and their role inside the cell, to a distinctly separate group of protein bodies. Contrary to other bodies they are found in few plants only. According to Gicklhorn (1913) they were found in 6 families (about 30 species, mostly *Cactaceae)*. Since then this number has not increased greatly.

The first papers on protein spindles (Chmielewsky 1887, Molisch 1885, Mikosh 1890) dealt mainly with the description of the spindles, the demonstration of their protein nature, and their role in the cell. Molisch (1885) thought that these spindles are reserve proteins, while Glicklhorn (1913) was convinced that they are a product of metabolism. Recently, due to the work of Küster (1948) and Weber and his collaborators (Weber 1951, 1952, Weber and Kenda 1952, Weber, Kenda and Thaler 1952, Weber and Kenda 1953, Rosenzopf 1951 and others) new light was thrown on protein spindles. It was confirmed that they contain RNA and are probably virus bodies which can be found only in infected plants; similarly inclusions are found in tobacco plants infected by tobacco mosaic virus (Bawden 1950, Rosenzopf 1951). It was pointed out that in structure and shape protein spindles resembled mitotic spindles, and that both these structures were similar to protein liquid crystals. They were also compared to tactoids (Bernal 1947,

Östergren 1949, Freundlich 1927, Weber 1951). Shrader (1951) suggests that the elucidation of protein spindle structure may throw much light on the structure of the mitotic spindle.

In the present investigation the authoress was mostly interested in 3 problems:

1. types of protein spindles in *Peireskiopsis*,
2. influence of different chemical and physical factors on their shape and structure,
3. comparison of the influence of these factors on protein spindles with their action on mitotic spindle.

MATERIAL AND METHODS

As a material the upper epidermis of *Peireskiopsis spathulata* (Otto) Britt. and Rose from the Botanical Garden of the Jagellonian University was used. Observations were made during 8 monthes, from August till March. A phase contrast microscope, polarizing microscope and dark field illumination were used. Extreme temperatures were applied with the equipment described in a previous paper (Bajer and Molè-Bajer 1953). The partly schematic drawings were done during observations by means of a drawing prism. The influence of each factor was examined several times on numerous, even up to several hundred, spindles and during the investigations about 4000 spindles were experimented with.

OBSERVATIONS

Protein spindles are numerous in the *Peireskiopsis* epidermis, though their number varies in leaves of the same age and coming from one plant. They usually are found in agglomerations at considerable intervals and mostly near the base of the main leaf nerve. In each agglomeration one or, rarely, two spindles may be found in almost each cell. Single spindles may be also found, dispersed throughout the leaf. Spindles are found both in chlorotic and healthy parts of the leaves. In stomata guard cells no spindles have been found which is in agreement with the observations of other writers (Weber 1951, Weber and Kenda 1952). The dimensions of spindles are not dependent on cell dimensions i. e. in small cells large spindles have been observed, and vice versa, which is in disaccord with observations of Weber, Kenda and Thaler (1952) on *Rhipsalis*.

In respect to shape and structure at least 5 types (*a—e*) of protein spindles may be distinguished in *Peireskiopsis*.

a. The spindles are typically cigar shaped (Tabl. I. fig. 1, 2, 3) and are 15—30 μ long and 4—8μ thick. They are uniform, fairly transparent, have no visible structure and are fairly stiff because they are not deformed during plasmolysis, though their pointed ends may be bent. During plasmolysis they do not pierce the cytoplasm, which was observed in the case of *Drosera* rhabdoids (Brat, Weber and Kenda 1951). In polarized light they are strongly double refractive in relation

to the long axis of the spindle. This was also noticed in other spindles of *Cactaceae* (K ü s t e r 1934). When the compensator plate is used interferention colours change from orange to violett. In dark field illumination spindles seem to be optically empty, though their outlines shine slightly. When light comes from one direction only and the asymuthe diaphgram is rotated the outlines do not shine evenly but sparkle. This indicates that the particles are longitudinal. Observations in dark field illumination and also those in other experimental conditions (see below) seem to indicate that the spindle is enveloped by a kind of membrane, and that the spindle structure in its outer parts is different from what it is in the center. About 90 per cent of examined spindles belong to this type and this paper deals mostly with them. They are to be found in the cytoplasm and sometimes on the boarder of a special kind of vacuoles. In this later case the spindle shape may be different (Table I, fig. 8).

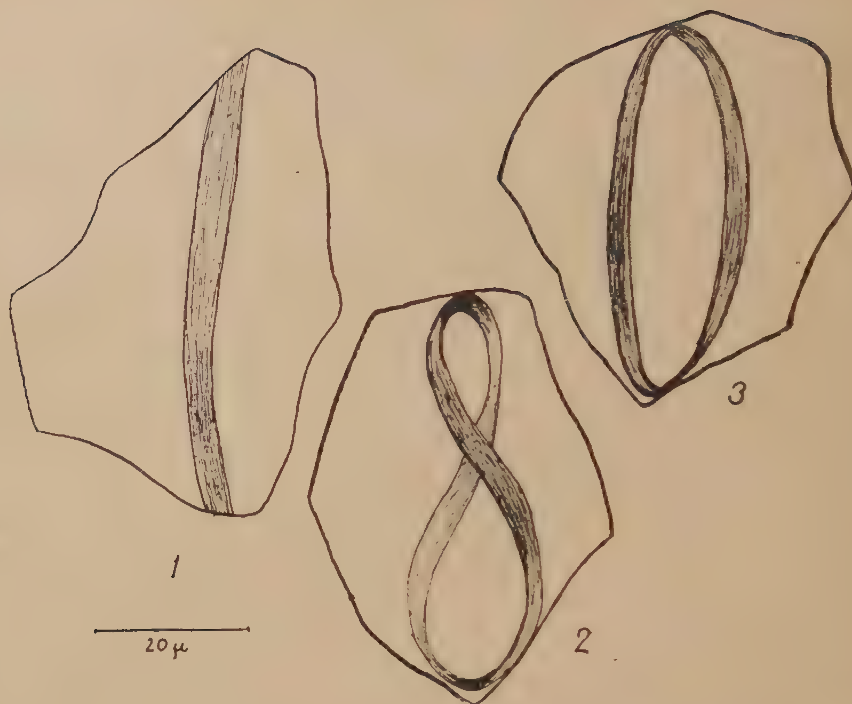
b. In the second type are classified all those bodies which, though they differ considerably in shape (exceptionally, even ball and ring shaped „spindles" are to be observed), have, similarly as in the first type, no visible structure and react in the same way to the action of different factors. Also spherical bodies irregular in shape, with the refraction index lower than other crystalloids, belong to this group. They are more plastic, easily change their shape when pressed, and resemble the amoeba-like inclusions found in cells of tobacco plants infected by tobacco mosaic virus B a w d e n 1950) as well as the inclusions of virus tumor in *Rumex acetosa* (L i t t a u and B l a c k 1952). In *Peireskiopsis* they have been found in different developmental stages (some smaller some larger, in the later case the refraction index is smaller an the Brownian movement more vigorous, while in the first, there is no trace of this movement). Examples are given in Table I, Figs. 4, 5, 6.

c. These spindles have a characteristic fibrillar structure. In shape they resemble type *a* but seem to be braided of thin threads (Table I, Figs. 7, 9.

d. These protein bodies are agglomerations of thin threads which were observed in cytoplasm and in vacuoles (Table I, Figs. 10, 11, 12, 13 and Table II, Figs. 14, 15).

They do not exceed 5 per cent of all observed spindles, and are slightly double refractive (positive in relation to the long axis). The threads may be arranged parallelly or be braided. Transition forms from bundles of threads to spindles with one and two poles were also found. In this last case the protein spindles may resemble greatly fixed mitotic spindles.

e. In the last type are crystalloids similar to those described by K ü s t e r (1934) in *Epiphyllum*. Their length equals at least that of the



Textfigs. 1—3, Fifth (e) type of crystalloids. Crystalloids with distinct fibrillar structure and different shapes (1 — band, 2 — double loop shape, 3 — ring).

cell and they may be looped or even double looped. Their structure is distinctly visible. They have been observed very seldom, not more than a few in a thousand. Examples are given in Textfigs. 1, 2, 3.

Throughout the experiments mutual numerical relation of bodies with the different spindle shape did not change. Observations of the types of spindles in *Peireskiopsis* show that in this species may be observed, almost all types of spindles described so far in various plants.

INFLUENCE OF PHYSICAL AND CHEMICAL FACTORS

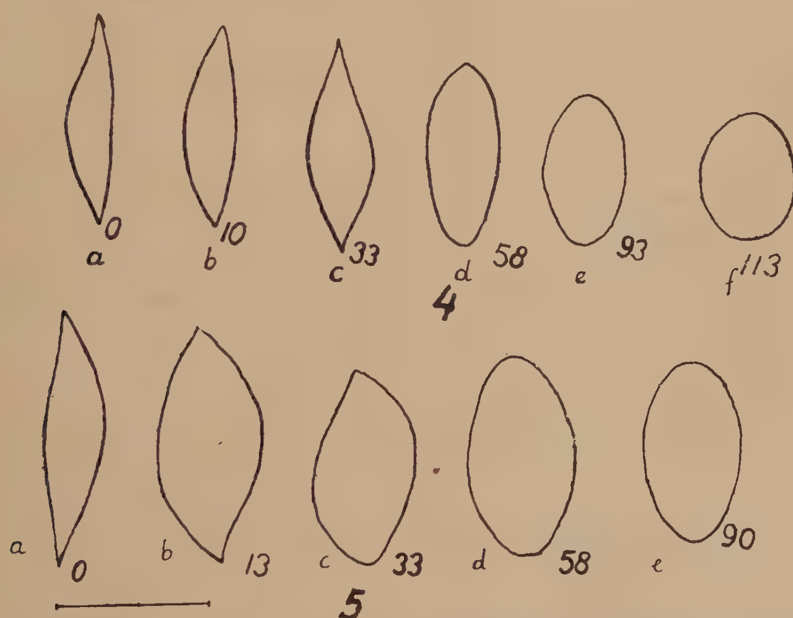
The resistance of various spindles to chemical and physical factors differs mainly in the time necessary for the reaction to take place and the degree of the observed changes. However, one factor causes similar changes in all cases.

1. Influence of extreme temperatures (—16 to 100°C)

a. High temperature. Temperatures of +48° to +100°C lasting 5 mins to 2h in form of shocks have been applied. In consequence of high temperature action (52°C) the following changes have been observed in the cell: refraction indexes of nuclei, leucoplasts, and chloro-

plasts increase and these cell elements coagulate. Th viscosity of cytoplasm decreases, which is indicated by vigorous Brownian movements (this may cause changes in the position of protein spindles which makes observations more difficult). Also the growth of vacuoles have been observed.

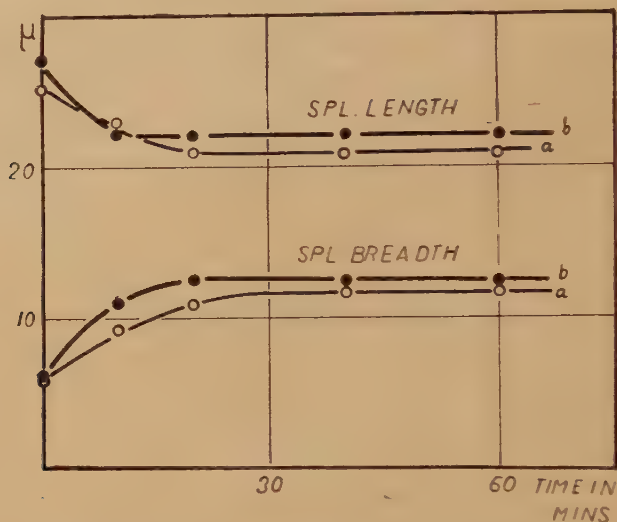
Medium liquid paraffine. After from several mins to 1h of high temperature action protein spindles swell and their refraction index decreases. The following two extreme kinds of changes have been observed: 1. The central part of the spindle swells, while the spindle poles remain sharply pointed, then slowly the shape of the spindle changes and after some time a more or less irregular ellipsoid is formed (Textfigs. 4 a–f, 5 a–e). The long axis of the spindle always decreases. 2. Even after

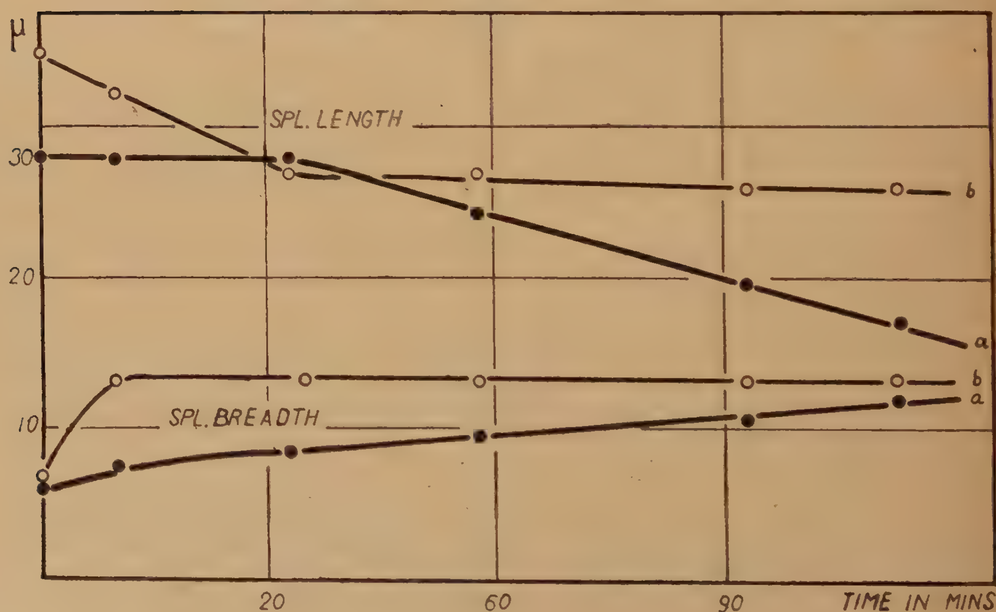


Textfigs. 4 a–f, 5 a–e. Influence of high temperature on shape of homogeneous protein spindles (medium liquid paraffine). Time in mins. is given. a — spindle in room temperature.

a considerable time (1h or more) of the high temperature action the shape of the spindle remains unchanged, and then suddenly within several seconds the spindle swells, and forms an ellipsoid or ball shaped body. Between these two types of reaction there is a continuous gradation of reaction types. The differences in reaction to high temperatures may be caused by differences in the submicroscopical structure of the spindle.

The different swelling reactions of protein spindles is best illustrated by graphs in Textfigs. 6, 7. Graph on Textfig. 6 a, represents the case of a simultaneous increase in length and descrease in breadth. In another spindle (Textfig. 6 b) the breadth increases after its length ceased to change. In Textfig. 7 a the central part of the spindle swells while its length does not change (the length decreases after 30 mins.).





Textfigs. 6 a-b, 7 a-b. Swelling of spindles in high temperature. Breadth and length of the spindles plotted against time. Curves for two spindles.

Spindles of the type *e* (large bodies with distinct structure) do not change in conditions described above.

If the temperature is not applied by shock but is raised slowly changes observed in the spindle are the same and to not appear until the temperature reaches 50°C. Changes caused by high temperature are irreversible even if the spindles ewell only slightly.

At 76°C and more the described changes take place instantaneously and spindles form vacuole like bodies.

A long lasting high temperature action and even a slight swelling of spindles do not destroy their double refraction, though ultimately after full swelling the birefringence desappears. Ball and ellipsoid shaped bodies are half transparent, with no visible structure, and their viscosity coefficient is low which is shown by their easy deformation.

It is necessary to stress that the winter material (January, February) was far more resistant to high temperature and even a number of spindles did not swell.

Medium: water. If as medium for observations tap or destilled water is used the observed changes in the spindles are similar though the percentage of changed spindles is lower. This is especially noticeable in winter.

b. Low temperature. — 16°C during 2—4h was applied. It appears that such temperature causes no visible changes in the shape and structure of protein spindles. This was observed when water or liquid paraffine was used as medium for observations.

2. Influence of $K_4Fe(CN)_6$, KNO_3, $Ca(NO_3)_2$ and hypertonic sacharose

Protein spindles of *Peireskiopsis* do not change when placed in water and even 48h after preparation no traces of changes in their shape and structure are visible which is in accordance with Mikosh's (1890) data in the case of *Occidium*. On the other hand they easily swell and dissolve in alkaline as well as several neutral salt solutions. Swelling is caused by $K_4Fe(CN)_6$ usually after several minutes to several hours and by KNO_3 usually after 6h or more when hypertonic, hypotonic as well as isotonic solutions are applied. In this case the swelling is different from that caused by high temperatures as small vacuoles appear on the spindle boarders. Swollen spindles are ball cr ellipsoid in shape and their refraction index diminishes; (Table III, Figs. 29—30 and 31—32). If high temperature acts on swollen spindles, the swelling process usually developes further. On the contrary, if the swollen spindles ar treated with $Ca(NO_3)_2$ or 25 per cent sacharose solution no influence of high temperature will be observed. This may indicate that dehydration prevents high temperature action.

3. Influence of ethanol and JKJ

The influence of 20—95 per cent ethanol (Table II, Figs. 25—26) and JKJ (Table II, Figs. 27—28) on the shape and structure of spindles is similar in both cases. Spindles change their structure to a more regular one, become thinner, and the structure of braided fibrills with a higher birefringence appears in them. Thus they may resemble spindles of the typ *b* described above. However, not in all the spindles such structure appears, and only sometimes changes in shape may be observed.

These observations do not agree with Molish'es (1885) and Küster's (1934) data. The first writer reports that protein spindles dissolve in alcoholic solutions, and the latter one that in JKJ they swell and dissolve. If the action of alcohol on spindles of *Peireskiopsis* is short in duration, the spindles, if treated with KNO_3, swell and reverse to their original shape. This, however, is not the case if the action of alcohol is long lasting. Spindles treated with JKJ or alcohol and then placed in liquid paraffine do not change in consequence of high temperature action.

These experiments show that the swelling and dissolution of protein spindles are closly connected with hydration processes, while deswelling is connected with dehydration.

4. Influence of chloral hydrate.

2 per cent water solution of chloral hydrate was used. Its action is quick (which probably is partly the result of the small dimensions of the particles) and after several mins. the spindle breadth decreases and its length increases. Simultaneously the ends of the spindles sharpen and a structure of braided fibrills resembling that of the type *b* spindles appears (Table II, Figs. 20—21, and 22). Here the effect of chloral hydrate is quite different from what Küster (1934) observed in *Epiphyllum* spindles where swelling, liquifaction, decrease of spindle length, and a change in the direction of birefringence took place.

High temperature (liquid paraffine used as a medium) applied to protein spindles of *Peireskiopsis* after acting on them with chloral hydrate causes no swelling nor rounding but may either slightly lengthen and sharpen the spindle poles or may produce no visible effect.

5. Influence of colchicine

5 per cent colchicine solution in 20 per cent ethanol was used. The influence of colchicine is slow and changes caused by it in the spindle structure are very similar in all cases. After 12h 95 per cent of all observed spindles are destroyed and in their place granulated grey bodies

appear. These bodies are usually irregular in shape and there need not be necessarily a direct relation between the size of the spindles and their product (Table II, Figs. 16—17 and 18—19; Textfigs. 8 a-b, 9 a-b, 10 a-b, 11 a-b, 12 a-b). Usually these bodies are not exactly in the same place as



Textfigs. 8—12 a-b. Influence of colchicine on shape and structure of protein spindles, a — before, b — after colchicine action.

the spindles from which they originated, and often near such a body an empty outline of the spindle is visible (Textfig. 10b). This may indicate that as a result of colchicine action the content of the spindle has flowed out from the „spindle membrane" into the cytoplasm. The influence of colchicine on protein spindles of *Peireskiopsis* is irreversible and 24—48h after colchicine has been washed away with water no changes are noticeable.

6. Influence of quinine chloride

Influence of quinine chloride on striated muscles is well known (weak concentrations stimulate, and strong ones prevent their contraction). According to Frey-Wyssling (1948) factors stimulating or preventing contraction of muscle proteins ought to act similarly on other fibrillar proteins. In view of this statement the action of quinine chloride on protein spindles is most interesting. Quinine acts very quickly and causes visible effects within several mins. The content of the spindle desappears and only an empty outline of the spindle is visible (Table II, Figs. 23—24). This process is preceded in numerous cases by a slight swelling and is irreversible.

7. Influence of pH

It is well known that suitable conditions inside virus infected cells are necessary for the inclusions to originate. One of these factors is the value of pH. X bodies in *Aucuba* are resitant to acids up to pH = 2, while in solutions of tobacco mosaic virus the virus is not soluble when pH is 3—4 and precipitates in the shape of microscopical needles. It was proved that value of pH in which these needles are soluble is the same in vitro, as inside the cells.

The spindles in *Peireskiopsis* are very sensible to pH value of surrounding medium and they are stabile, only when pH is 5—8. Type *e* is most resistant to acids and bases. Other types are easily dissolved in bases and acids, the easier the stronger the concentration of the medium. Table III, Figs. 33—36 and 37—40 illustrate how spindles dissolve. The dissolution of spindles occurs differently in acid than in basic solutions. In acid medium swelling procedes the dissolution and in this the process resembles high temperature action. After spindles dissolve there are in the cytoplasm in the places previously occupied by the spindles agglomerations of small granules. These desappear after some time probably as a consequence of cytoplasm movements. In basic mediums spindle dissolution is usually preceded not by their swelling but by a vigorous particular pulsations (each pulsation, i. e. a contraction and an expansion of the spindle, lasts about 0,5 sec). Such pulsations last for several seconds, up to 2 minutes, simultaneously the spindle changes its shape irregularly, and finally dissolves.

It is necessary to stress that pH values given above refer to the medium only, and pH values inside the cell have not been examined.

Experiments on a joint action of both acidity of medium and high temperature have been carried out. In neutral solutions, e. g. water, some spindles do not swell in high temperature. When pH is below 4 or above 8 soon after a high temperature is applied the spindles swell quickly, change their shape becoming spherical and simultaneously their refrac-

tion index diminishes. It thus seems probable that the differences in behaviour of spindles under the influence of high temperatures might be due to differences in pH values inside the cells.

DISCUSSION

Observations on the influence of different factors on the shape and structure of protein spindles in *Peireskiopsis* indicate that in consequence of their action 2 kinds of changes may take place.

I. Swelling and rounding of the spindle and even complete dissolution with simultaneous decrease of the refraction indexes. These changes are caused by: high temperature, KNO_3 and $K_4Fe(CN)_6$ solutions, and different acidity values of medium (pH). It is necessary to point out that each of these factors may cause strong dehydration of proteins. This group of factors causes the liquifaction and destruction of protein spindles, which seems to be indicated by the desappearance of birefringence,

2. Thinning and pointing of spindle ends and a simultaneous appearance of a structure (threads of fibrills braided together). Such changes are caused mainly by agents dehydrating the proteins (chloral hydrate, JKJ, alcohol).

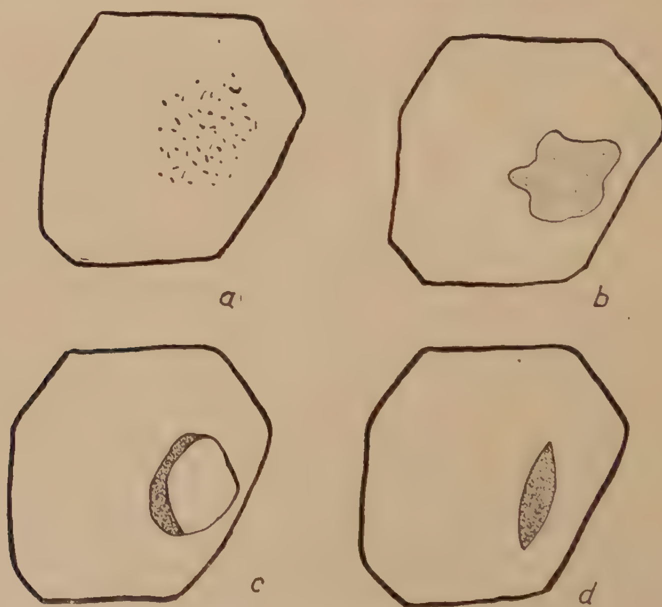
Quinine chloride and colchicine produce results which do not fit in these two groups.

1. Origin of protein spindles

The hypotheses on the origin of protein spindles are numerous, though the number of observations is insufficient. Only Sheffield (1931) using ciné-micrography followed through the development of virus inclusions in *Aucuba* of tomato mosaic. She observed that after infection the movement of cytoplasm within the cell is quicker and that small granules join together as a result of cytoplasm movement to form X bodies. There are such observations on the origin of protein spindles in *Cactaceae*. Weber, Kenda and Thaler (1952) observed agglomerations of tiny crystals in *Epiphyllum* and *Rhipsalis* cells. According to these writers the crystals may be arranged parallely and form double refractive bundles. It is not known whether this arrangement is caused by cytoplasm movements or factors which lead to the formation of tactoids similarly as in virus solutions. Such an explanation reminds greatly a hypothesis made long ago by Chmielewsky (1887). Chmielewsky thinks that small single fibrills placed at some distance one from the ohter originate from the cytoplasm. Intususception causes them to lengthen. Bunches of fibrills may assume different shapes. Also according to Molisch (1885) the spindle originate from threads arranged parallely as a result of an increase in their number and volume. Mikosh (1890) thinks that spindles are formed from granules displaced in the cytoplasm. Similar conclusions were drawn by Sheffield (1931). All these authors are convinced that it is in the cytoplasm that spindles originate.

In *Peireskiopsis* all fully developed protein spindles are formed in the cytoplasm (i. e. homogeneous bodies, spindles, rings. etc.). However homogeneous bodies, the shape of which it is difficult to define, have been observed on boarders of vacuoles, and single threads arranged more or less parallely have been seen inside the vacuoles. In these cases spindles seem to originate not in the cytoplasm, but inside the vacuoles. These observations may be in agreement with the reports of other writers, as it seems probable that the granules found in cytoplasm are the origin of those spherical X bodies which have a low viscosity and refraction indexes. This may be the first stage of inclusion formation. similar to that observed in *Solanum* (S h e f f i e l d 1931). As a result of demixing, i. e. kind of coacervation, two phases might be distinguished: cigar shaped agglomerations of longitudinal particles (tactoid with small amount of liquid) and the liquid phase which later is resorbed by the cytoplasm. This may be the second stage of protein crystal formation from amorphous bodies (cf. S h e f f i e l d 1931). In *Peireskiopsis* all the stages. i. e. granules, differently formed amorphous bodies. and almost formed spindles, have been observed. The formation of protein spindles is illustrated in Textfig. 13 a, b, c, d.

One more, though very rare. process of spindle formation has also been observed in *Peireskiopsis*. In regular spherical ..protein vacuo-



Textfig. 13 a—d. Schema of origin of homogeneous protein spindles. a — agglomerations of granules in cytoplasm. b — amoeba like X body, c — demixing in X body. in consequence protein body is found in cytoplasm.-d

les" in which the structure is hardly discernible, two poles of the future spindle appear. The vacuole lengthen, becomes thinner, and change into spindles. It is probable that the resorption of liquid is simultaneous to the process of crystalisation.

The swelling as well as the vacuole formation, which may be caused in *Peireskiopsis* spindles by numerous factors (cf. text), seem to support the above suggestions of *Peireskiopsis* protein spindles origin. This is in accord with what W e b e r (1953) reported on the origin of spindles in *Peireskiopsis pititache.*

In *Peireskiopsis,* bunches of protein fibrills are found in vacuoles and in the cytoplasm. In this latter case fibrills are usually closer to each other and form separate groups Table I, Figs. 10, 11, 12, 13, Table II, Figs. 15, 16, show the probable way in which such crystalloid with loose structure originate. If this supposition is correct, the protein fibrills arranged more or less parallely crystalise within the „protein vacuole" (Textfigs. 10, 11,). While the number of these fibrills increases they intercross and braid together (Table I, Fig. 12, Table II, Fig. 14) and in late stages spindle shaped bodies are formed. Here also, as in the case described above, the vacuole liquid is resorbed by the cytoplasm.

The relation between the loose bundles of fibrills and the homogeneous fibrills is not fully understood. Some of the authors quoted maintain that bundles of fibrills transform into homogeneous spindles as a result of their increase in number. The action of chloral hydrate and alcohol, resulting in the appearance of structure, seem to indicate that there is a close connection between homogeneous and *b* type spindles, which are composed of braided fibrills.

Probably dehydration processes inside the cell cause a change of a part of homogeneous spindles into *b* type spindles. On the other hand it does not seem probable that a close connection between homogeneous spindles and balls composed of fibrills (type *d*) exists. The relation of these two types of *Peireskiopsis* spindles to chemical and physical agents is very different. This fact and the great variety of forms with fibrillar structure indicate, in my opinion, that the character of this two types of crystalloids is different. It does not seem probable hat such differentiated bodies may be a simple transformation from homogeneous spindles. Very probably the origin in *Peireskiopsis* of these two type of crystalloids is independent of each other.

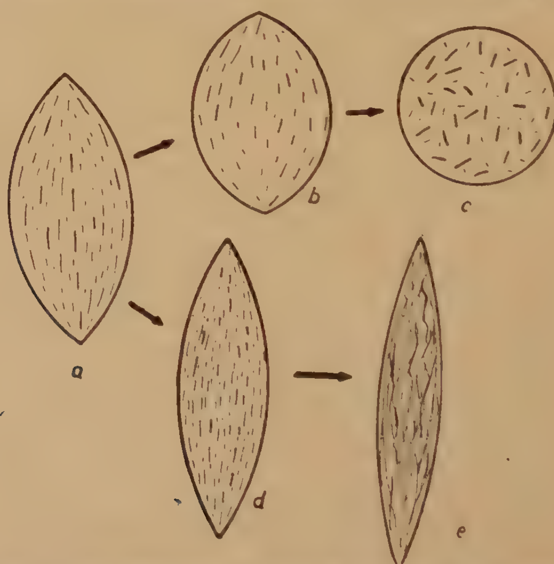
2. Protein spindle structure

According to a concordant opinion of many writers, the protein spindles are composed of a virus substance and the substance derived from cells of the infected plant is the product of disturbed metabolism

in the infected cell. Opinions on the internal structure of the spindle differ. Most authors suggests that the spindle is composed of fibrills and interfibrillar substance (stroma or matrix according to W e b e r 1952) which in homogeneous spindles has the same refraction index as the fibrills. According to W e b e r (1952) the spindle is a positive tactoid inside which is a stroma composed of negative small tactoids.

It is probable that in *Peireskiopsis* in the different types of spindles the structure is not identical in details. Homogeneous spindles are probably typical tactoids (i. e. longitudinal particles are parallely arranged to the long axis of the spindle and loosely connected together). This opinion is supported by such facts as: 1. birefringence in relation to the long axis, which is characteristic for fibrillar proteins, 2. the easy swelling which causes the birefringence to desappear and 3. the increase of birefringence and the return of the spindle to its original shape under the influence of dehydrating agents applied in the first stages of swelling while birefringence though low still exists.

It is well known that dehydration of proteins usually increases in higher temperatures (L e c o m t e d u N o ü y 1945). Probably this also happens in protein spindle. Water entering intermicellar spaces causes the acting forces between the micelles to diminish, and the surface tension forces the shape of the tactoid to change. This process is reversible in its early stages. When the swelling is advanced the regular arrangement of micelles is destroyed, which is indicated by vigorous pulsa-



Textfig. 14. Schema of changes in the spindle caused by dehydrating and hydrating agents. a — spindle in normal conditions. b—c — changes in the spindle caused by hydrating processes. d—e — changes in the spindle caused by dehydrating processes.

tions and movements inside the spindle before it changes its shape. Similar facts were also reported by Küster (1934) and explained by him as the consequence of a change in position of particles.

Dehydrating agents (chloral hydrate, alcohol) cause the appearance of structure as water is removed from the intermicellar spaces and particles are connected more closely and probably denaturated. Such structure cannot be loosened by high temperature. These changes are illustrated by schema Texfig. 14.

So far it has not been explained whether the whole spindle has an uniform structure or whether it is enveloped by a special membrane. This problem has been hardly dealt with. It is only Mikosh (1890) who suggests that the surface of the spindle is densier and more resistant to different factors. This is fully confirmed by the present observations. The empty outline of the protein spindle which is visible after treating with colchicine or quinine and the observations in a dark field indicate that the outward surface of the spindle has a different structure, or that the spindle is enveloped by a membrane.

The other types of the spindles with visible structure do not resemble tactoids. They differ from type *a* in their reaction to hydrating and other (i. e. colchicine) agents. It seems probable that in these spindles the particles are strongly connected together and that the structure of these spindles is much more complicated.

3. Comparison of high temperature and colchicine action on protein and mitotic spindle

a. Temperature. The influence of high and low temperatures on shape and structure of protein and mitotic spindles differs. In *Hymenophyllum* (Bajer and Molè-Bajer 1953) in metakinesis, metaphase and anaphase, under the influence of high temperature, half spindles of the mitotic spindle lengthen, sharpen, and stiffen, also inside the spindle a fibrillar structure joining chromosomes to spindle poles appears in some cases. In protein spindles high temperature causes swelling and liquifaction while in mitotic spindles stiffening and probably dehydration. Reaction to low temperatures also differs. The mitotic spindle is rounded and most probably partly destroyed while no visible changes in the protein spindle are to be found. The influence of low temperature on mitotic spindles was studied by Ehrenberg (1946) who found that a fall in temperature increases the curvature of the mitotic spindle and suggests that it is caused by contraction and stretching out of protein molecules. These facts indicate the different character and structure of mitotic and protein spindles. Protein spindles (type *a*) may

be considered as tactoids, while the structure of mitotic spindles is much more complicated (cf. Swann 1951 a,b, Wada 1950).

b. Colchicine. Influence of colchicine on mitosis was very extensivly studied (for references see Schrader 1944, Hughes 1952) on fixed material and also in vivo (Wada 1944, Gaulden and Carlson 1952, Inoué 1952). The results obtained by different authors are more or less the same. Colchicine causes a desorganisation of the formed mitotic spindle, prevents it to be formed anew, and so makes the cell division impossible. Gaulden and Carlson (1952) were the first to observe what happens with the substance which remains from the destroyed spindle, and found that it may be either dispersed between chromosomes or form in the cell an irregularly shaped body (named by Gaulden and Carlson „hyaline globule"). easily deformed by mechanical factors. Hyaline globules are composed of half transparent substance with a high viscosity coefficient and are not enveloped by a membrane. Their position in the cell is not the same as that of the mitotic spindles, which probably is due to a decrease of cytoplasm viscosity. These facts indicate that the action of colchicine on mitotic and protein spindles is similar. In both these cases colchicine destroys the spindle structure and causes the appearance of bodies with irregularly arranged particles.

SUMMARY

1. 5 types of protein spindles have been found in the epidermis of *Peireskiopsis* leaves. This paper deals mainly with homogeneous protein bodies typically spindle shaped. Also amoeba like protein bodies, similar to X bodies found in virus infected plants have been observed.
2. Crystallisation of homogeneous spindles from amoeba like bodies have been followed through and it has been observed that as result of particular demixing vacuoles and protein bodies are formed. Protein bodies become spindles, and vacuoles are resorbed by cytoplasm.
3. Influence of numerous agents on shape and structure of protein spindles has been examined and 3 groups of factors distinguished:
   a, Factors causing swelling and rounding of the spindle and, later, their dissolution while simultaneously birefringence desappears and viscosity decreases (high temperature, KNO_3, $K_4Fe(CN)_6$, high and low pH values).
   b) Factors causing sharpening and thinning of the spindles with simultaneous appearance of fibrillar structure (chloral hydrate, alcohol, JKJ).
   c. Factors not belonging to these two groups. They are colchicine which causes spindle desorganisation and quinine chloride which causes its desappearance.
4. On the basis of the experiments conclusions concerning homogeneous spindle structure and its changes produced by different factors are drawn.
5. Comparison of action of extreme temperature and colchicine on shape and structure of mitotic and protein spindles is given.

REFERENCES

Bajer A. and Molè-Bajer J., 1953. Influence of extreme temperatures on mitosis. I. *Hymenophyllum*. Acta Soc. Bot. Pol. 23 : 267.

Bawden S. C., 1950, Plant viruses and virus diseases. Waltham, Mass.

Bernal J. D., 1947. The structure and interactions of protein molecules. Expl. Cell. Res. Suppl. I. 15—23. 1949.

Brat L., Kenda G. und Weber F., 1951. Rhabdoide fehlen den Schliesszellen von *Drosera*. Protoplasma 40: 633—635.

Gaulden M. E., and Carlson J. 1951. Cytological effects of colchicine on the grasshopper neuroblast in vitro with special reference to the origin of the spindle. Expl. Cell Res. 2: 416—433.

Chmielewsky V., 1887. Eine Bemärkung über die von Molisch beschriebenen Proteinköper in den Zweigen von *Epiphyllum*. Bot. Centrbl. 31 : 117—119.

Ehrenberg L., 1946. Morphology and chemistry of the metaphase spindle. Hereditas 32: 15—36.

Frey-Wyssling A., 1948. Submicroscopical morphology of protoplasm and its deriviatives. Elsevier. Amsterdam.

Freundlich H., 1927. Neuere Forstschritte der Kolloidchemie und ihre biologische Bedeutung. Protoplasma 2: 278—299.

Gicklhorn J., 1913. Über das Vorkommen Spindelförmiger Eiweissköper bei Opuntia. Öster. Bot. Ztschr. 63 : 8—13.

Hughes A. F., 1952. The mitotic cycle. Butterworth. London.

Inouè S., 1952. The effect of colchicine on the microscopic and submicroscopic structure of the mitotic spindle. Expl. Cell Res. Suppl. 2: 305—214.

Küster E., Anisotrope Fibrillenbündeln in Pflanzenzellen. Ber. deutsch. Bot. Gesellsch. 52: 564—573.

Küster E., 1948. Über die Eiweisspindeln von Impatiens. Biol. Zentrbl. 67. 27—31.

Lecompte du Noüy, 1945. Studies in biophysics: The critical temperature of serum (56°). Reinhold. London.

Littau V. C., and L. M. Black. 1952. Spherical inclusions in plant tumor caused by A virus. Am. J. Bot. 39: 87—85.

Mikosch C., 1890. Über ein neues Vorkommen geformten Eiweisses. Ber. deutsch. Bot. Gesellsch. 8: 33—38.

Molisch H., 1885. Über merkwürdigeformte Proteinkörper in den Zwigen von *Epiphyllum*. Ber. deutsch. Bot. Gesellsch.. 3: 195—202.

Östergren G., 1949. *Luzula* and the mechanism of chromosome movements. Hereditas 36: 1—18.

Rosenzopf E., 1951. Sind Eiweisspindeln Virus — Einschlusskörper? Phyton 3.

Schrader F., 1946. Mitosis. Columbia Univ. Press. N. Y.

Schrader F., 1951. A critique of recent hipotheses of mitosis. Symp. on Cytol. 37—51. Michigan.

Sheffield 1931. The formation of intracellular inclusions in *Solanaceous* hosts. infected with *Aucuba* Mosaic of Tomato. Annals Applied Biol. 18.

Swann M. M., 1951a. Protoplasm structure and mitosis I. J. exp. Biol. 28: 417—433.

Swann M. M., 1951b. Protoplasm structure and mitosis. II. J. exp. Biol. 28: 434—444.

Wada B., 1940. Lebendbeobachtung über die Einwirkung des Colchicins auf die Mitosis, insbesondere über die Frage der Spindelfigur. Cytologia 11 : 93—116.

W e b e r F., 1951. Viruskörper fehlen den Stomatazellen. Protoplasma 40: 135—139.

W e b e r F., 1952. Gibt es Virus-Träger unter den Kakteen?. Ber. deutsch. Bot. Gesellsch., 65: 319—320.

W e b e r F., und K e n d a G., 1952a. Cactaceen-Virus-Eiweisspindeln. Protoplasma 41: 111—120.

W e b e r F., und K e n d a G., 1952b. Die Viruskörper von *Opuntia subulata.* Protoplasma 41: 378—381.

W e b e r F., und K e n d a G., 1953. Stomata-Anomalie von *Opuntia* Virusträgern. Östern. Bot. Ztsch. 100 : 153—159.

W e b e r F., K e n d a G., und T h a l e r L. 1952. Viruskörper in Kakteen-Zellen. Protoplasma 41: 277—286.

EXPLANATION OF THE PLATES

Plate I

Figs. 1—3. First type *(a)* of crystalloids; homogeneous spindles. 1. spindle in phase microscope. 2 — the same spindle in ordinary microscope.

Figs. 4—6. Second type *(b)* of crystalloids. 4 — ball shaped crystalloid. 5 — spindle with long thin pole (Spindle mit einer Peitsche). 6 — ring.

Fig. 8. Crystallisation and formation of the spindle on the boarder of the vacuole.

Figs. 7, 9. Third type type *(c)* of spindles. Note coarse structure of interweaved thick threads.

Figs. 10—13. Fourth type *(d)* of the spindles, bundles of fibrills. 10—12 in vacoule fibrills placed parallely. 14 — fibrills are more numerous and are not parallely arranged but interweave each other. 13—15 — bodies more compact and placed in cytoplasm.

Plate II

Figs. 14—15. Explanation given in Plate I, Figs. 10—13.

Figs. 16—17. Influence of colchicine on protein spindles. 16 — spindle before colchicine action. 17 — the same spindle after 12 h of colchicine action.

Figs. 18—19. Spindle before (18) and 12 h after colchicine action (19).

Figs. 20—21. Influence of chloral hydrate on protein spindle. Spindle before chloral hydrate action (20) and 20 mins. after chloral hydrate action (21), 22 — another spindle changed in result of chloral hydrate action.

Figs. 23—24. Influence of quinine chloride on protein spindles. Spindle before (23) quinine action and the same spindle changed by quinine action (24). The contence of the spindle has desappeared and its empty outline remains.

Figs. 25—26. Influnece of ethanol on protein spindle. Spindle before (25) and the same spindle after ethanol action (26).

Figs. 27—28. Influence of JKJ on protein spindle. 27 — spindle before, 28 — after JKJ action.

Plate III

Figs. 29—32. Swelling of the spindles in result of KNO_3 action. 29—31 — spindles before KNO_3 action. 31—32 — the same spindles after KNO_3 action.

Figs. 33—40. Dissolution of spindles in acid medium (pH 3). 33—36 and 37—40 the same cells. Times in mins. are given.

Fig. 41. Spindle swelled in result of KNO_3 action.



Plate I



Plate II

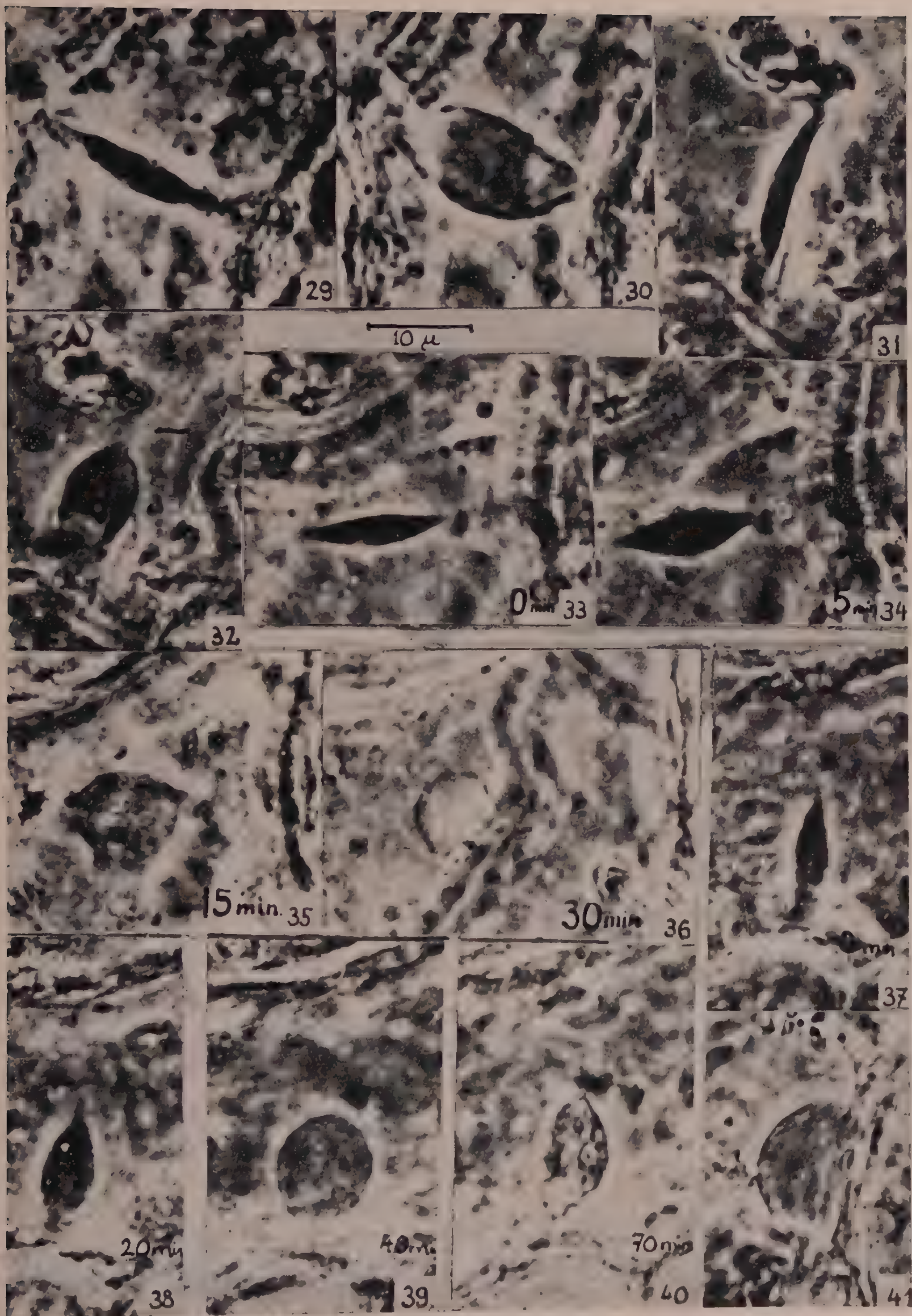

29
30
31
10 μ
32
0 min 33
5 min 34
15 min. 35
30 min 36
37
20 min 38
40 min 39
70 min 40
41

Plate III

Maślanka wiązkowa—*Naematoloma (Hypholoma) fasciculare* (Fries ex Huds.) Karst. jako pasożyt roślin uprawnych

Naematoloma fasciculare (Fries ex Huds.) Karst. a parasitic fungus on the cultivated plants

WANDA ZABŁOCKA

(Wpłynęło dn. 5.VI.1953).

W 1941 r. zauważyłam na kwaterze młodych drzewek owocowych Ogrodu Warzywno-Owocowego U. J. w Krakowie kępy owocników maślanki wiązkowej — *Naematoloma (Hypholoma) fasciculare* (Fries ex Huds.) Karst. wyrastające w miejscu wbicia palików do których były przywiązane drzewka (ryc. 1). Później pojawiły się jeszcze przy jednym z drzewek na dalszym terenie tej samej kwatery owocniki tego samego gatunku grzyba.

Z powyższej kwatery usunięto drzewka zniszczone mrozami poprzednich zim, a na opróżnionym terenie oczyszczonym z resztek korzeni usuniętych drzewek posadzono truskawki jako ukorzenione sadzonki, które przeniesiono z rozsadnika.

W lecie 1942 r. pojawiły się znowu owocniki maślanki wiązkowej na całej omawianej kwaterze, wśród posadzonych truskawek. Owocniki grzyba wytworzyły się w dużej ilości, wystąpiły typowo, kępkami.

Ponieważ truskawki znajdujące się w pobliżu kęp owocników wykazywały zahamowanie wzrostu i upośledzenie rozwoju zajęłam się zbadaniem ewentualnego związku między pojawem grzyba i wystąpieniem symptomów chorobowych u truskawki.

Po wykopaniu roślin wraz z owocnikami grzyba i delikatnym oczyszczeniu ich podziemnych części okazało się, że owocniki grzyba wyrastają bezpośrednio z pędów truskawek (ryc. 2). Nie było to przerośnięcie rhizomorf lub luźnych strzępek poprzez pęd truskawki, lecz pędy te stanowiły podłoże, w którym rozwijała się grzybnia maślanki owocującej.

Na powierzchni zakażonego pędu żółtawa grzybnia pasożyta tworzyła miejscami naloty, miejscami zaś gęstą, zbitą, pilśniowatą powłokę dochodzącą do 1/3 mm grubości.



Ryc. 1. Kępka owocników *Naematoloma facsiculare* na opisanym stanowisku.

Sporophores of Naematoloma fasciculare from original station.



Ryc. 2. Truskawka z kępką owocników maślanki wiązkowej.

Strawberry plant and sporophores of Naematoloma fasciculare.

Wewnątrz pędu powstały szczeliny podłużne przebiegające w kierunku stycznym do powierzchni organu. Szczeliny te powstały miejscami przez rozerwanie tkanek, miejscami zaś wskutek zniszczenia ich przez grzyba.

Szczeliny były przeważnie wypełnione grzybnią tworzącą w jednych miejscach dosyć luźne pasma, w innych zaś pilśniowate płaty takie same, jakie miejscami pokrywały powierzchnię pędu.

Płaty grzybni barwy jasnokremowej, zbudowane ze strzępek ściśle z sobą splątanych dochodzą do 200 mikronów grubości. Strzępki tworzące je są cienkościenne, szerokości od 3—10 a nawet więcej mikronów. Strzępki te mają wygląd charakterystyczny, gdyż składają się z komórek morfologicznie bardzo różnorodnych; jedne z nich są wąskie, długie, inne zaś krótkie, szerokie lub nawet wydęte bańkowato. Te ostatnie albo występują pojedynczo pomiędzy długimi i wąskimi komórkami, albo też tworzą długie szeregi, ale nawet i wtedy występują wśród nich duże różnice morfologiczne, gdyż jedne z komórek są najszersze w środku długości, inne na biegunach, przy czym u jednych przejście od dużej szerokości do minimalnej jest nagłe u innych stopniowe (ryc. 3).

W niektórych miejscach było kilka warstw płatów grzybni, z których najzewnętrzniejsza pokrywała powierzchnię zakażonego pędu a następne tworzyły się głębiej, co kilka warstw miękiszu.

Taka sama grzybnia, jak ta, która tworzyła płaty, cienkościenna i morfologicznie niejednorodna przerastała, a nawet wypełniała niektóre komórki miękiszu zwłaszcza w tych warstwach, które były poprzegradzane płatami grzybni.

Prócz opisanych płatów grzybni znajduje się jeszcze grzybnia pasożyta w komórkach żywiciela w postaci pojedynczych strzępek zbudowanych z komórek długich, wąskich, cylindrycznych. Grubość tych strzępek waha się w dużych granicach: od 2,3—6 mikronów, ściany ich są grube, zwłaszcza w porównaniu z grubością ścian komórek strzępek tworzących płaty. Miejscami strzępki tego typu tworzą pasma złożone z kilku lub kilkunastu najwyżej strzępek. Na strzępkach tego typu tworzą się miejscami sprzążki, natomiast nigdzie na strzępkach cienkościennych różnorodnych, tworzących płaty nie zauważyłam sprzążek.

Na wewnątrz od miękiszu znajduje się w pędzie truskawki felloid i korek, które powstarzają się kilkakrotnie. Korek składa się zwykle z dwu warstw komórek, felloid zaś z ośmiu do dwunastu.

Mimo, że w pędzie znajduje się korek wewnętrzny i to powtarzający się, grzybnia maślanki wrasta aż do rdzenia przerastając przez wielowarstwowy felloid i korek.

Korek wewnętrzny charakterystyczny dla rodziny *Rosaceae* zakłada się w pericyklu.

Fellogen powstały w pericyklu wytwarza u poziomki niewiele korka, zwykle jedną lub dwie warstwy. W następstwie podziałów komórek fellogenu powstają komórki morfologiczne podobne do komórek korka, tworzące wyraźnie szeregi, błony ich jednak są bardzo słabo wysycone suberyną i w okresach gromadzenia skrobi, które u poziomki przypadają na wczesne lato i późną jesień, są one wypełnione skrobią.

Sam korek nie stanowi tutaj warstwy ciągłej, gdyż w jego obrębie występują gdzieniegdzie pojedyncze komórki o błonach nieskorkowaciałych.

Nie tylko felloid, ale także i korek nie stanowiły skutecznej zapory przed rosnącą grzybnią, która wrastała głęboko do wnętrza pędu, rozrywała te warstwy, które mogłyby stanowić o ograniczeniu jej rozrostu i tworzyła w ich



Ryc. 3. Strzępki grzybni tworzą „płaty" w szczelinach pędu.
Elements of mycelial mats.

obrębie charakterystyczne płaty. Grzybnia rosnąc poprzez korek przerastała nie tylko komórki „przepustowe", lecz również i komórki o błonie wysyconej suberyną, dającej z Sudanem III wyraźną charakterystyczną reakcję.

Rozmieszczenie grzybni w tkankach i stopień zniszczenia tychże były rozmaite — najobficiej występowała grzybnia w miękiszu korowym i w rdzeniu.

W elementach przewodzących tak drewna, jak i łyka również znajduje się grzybnia, na ogół jednak w małych ilościach. Nie wypełnia tu ona poszczególnych elementów tak, jak np. komórek miękiszu, tylko pojedyncze strzępki przerastają poprzez te tkanki a silny rozrost grzybni ma miejsce dopiero w rdzeniu.

Również tylko pojedyncze strzępki grzybni, nie tworzące skupień, przerastały poprzez promienie rdzeniowe wąskie, często jednorzędowe.

Tak więc grzybnia nie rozrastała się silnie ani w obrębie tkanek przewodzących, ani promieni rdzeniowych, tkanki te stanowiły jak gdyby tylko drogę, którą grzybnia wrastała do wnętrza organu.

Mikroskopowy obraz poprzerastanych i zniszczonych przez grzybnię tkanek wskazuje na to, że przestwory międzykomórkowe nie były dla grzybni specjalną drogą wiodącą do wnętrza pędu, a ściany komórek, nawet zdrewniałe, nie stanowiły dla rosnącej grzybni zapory. W zakażonych tkankach błony komórkowe były obficie poprzerastane przez grzybnię, natomiast stosunkowo niewiele było komórek porozklejanych. Bardzo obfita grzybnia znajdowała się w komórkach rdzenia, a ściany ich zdrewniałe były podziurawione, poprzerastane i silnie zniszczone przez grzybnię. Strzępki grzybni wrastają tutaj do komórek przede wszystkim przez jamki proste, nie dostosowując jednak swojej grubości do wielkości jamki. Szczyt rosnącej strzępki rozpuszcza błonę komórkową wydzielanymi przez siebie enzymami i przez powstały w ten sposób otwór odpowiedniej wielkości, strzępka wrasta do wnętrza komórki.

Enzymy wytwarzane przez grzybnię, zapewne najbardziej skoncentrowane w miejscu wydzielania ich działają na znacznej przestrzeni, ale z wzrastającą odległością coraz słabiej. W miejscu najsilniejszego działania enzymów tzn. w miejscu zetknięcia szczytu strzępki z błoną komórkową powstawał otwór wystarczająco szeroki, przez który strzępka przerastała nie zmieniając dotychczasowej grubości. Ponieważ strzępki grzybni, która przerastała tkanki były różnej grubości, więc i otwory drążone przez nie w błonach komórkowych są różnej wielkości, od maleńkich o średnicy 1—2 mikrona, do dużych kilku mikronowych.

Brzegi otworu wydrążonego przez strzępkę w błonie komórkowej mają tylko niekiedy kontury ostro zarysowane i gładkie, najczęściej są

one nierówne, poszarpane a błona komórkowa, w której otwór powstał jest skorodowana, nierówna i cieńsza w pobliżu otworu.

Sposób wnikania strzępek do komórek daje się odczytać nie tylko z końcowego wyniku tego procesu, ale przede wszystkim z różnych jego stadiów zachodzących równocześnie w różnych komórkach. Obserwacja strzępek w obrębie błony komórkowej w różnych stadiach wnikania ich daje pełny obraz rozprzestrzeniania się grzybni wewnątrz zakażonego organu.



Ryc. 4. Szczyt strzępki grzyba przylegający do błony komórkowej rozpuszcza ją i drąży w niej otwór — komórka rdzenia pędu truskawki, przekrój podłużny.

Longitudinal section of the strawberry stem — penetration of fungus hyphae and distintegration of cell wall.

W wielu komórkach, w których wierzchołek strzępki grzyba przylega do błony komórkowej, zaznacza się wyraźnie miejsce przyszłego, mającego wkrótce nastąpić, wtargnięcia jej do wnętrza komórki. Błona komórkowa do której przylega strzępka ma wygląd zmieniony; prawdopodobnie pod wpływem działania enzymu wydzielanego przez grzyba powierzchnia jej nie jest gładka, lecz jakgdyby ziarnista. Na błonie takiej zarysowuje się delikatnymi pęknięciami nierówny, poszarpany kontur otworu odpowiadającego szerokością grubości strzępki wnikającej (ryc. 4). Równocześnie można zaobserwować jak w innych komórkach wierzchołek strzępki właśnie przeniknął przez wydrążony otwór i wrasta do światła komórki.

Błony komórkowe podziurawione i skorodowane działaniem grzyba rozpadają się w końcu na części.

Najsilniejszemu zniszczeniu ulegają zewnętrzne warstwy błony komórkowej, zaś wewnętrzne warstwy niszczone na mniejszej przestrzeni naokoło centrum działania wierzchołka strzępki, aniżeli zewnętrzne, po przerwaniu odginają się ku światłu komórki.

Tkanki magazynujące skrobię tzn. komórki miękiszowe kory i komórki rdzenia zawierały w badanych przeze mnie pędach mało skrobi, nie wiadomo jednak czy brak skrobi był w związku przyczynowym z obecnością grzyba, czy też brak zapasowych węglowodanów był w tym wypadku zjawiskiem normalnym. Badane okazy wykopano w lecie a dopiero koniec jesieni jest jednym z dwu okresów gromadzenia zapasowej skrobi u poziomki (M a n n C. S. 1930).

Analiza szczegółowa stosunków anatomicznych podziemnych pędów truskawki z których wyrastały owocniki *Naematoloma fasciculare* wykazała, że grzyb ten zużytkował jako podłoże żywy organizm rośliny uprawnej, nie drzewiastej, dobrze rozwijającej się i znajdującej się w dobrych warunkach. Zakażeniu uległa większa ilość osobników na tym samym obszarze.

Naematoloma fasciculare uchodzi przede wszystkim za saprofyt niszczący korzenie pniaków ściętych drzew. Wrastanie jej grzybni z korzeni do pnia podają R o s t r u p i L u d w i g, ten ostatni również niszczenie siewek sosny (S o r a u e r P. 1929). Bywa podawana jako pasożyt okolicznościowy korzeni. (L a n g e J. E. 1939).

Zakażenie dolnych części odrostów korzeniowych ściętego *Quercus pedunculata* notuje z okolic Paryża Arnaud (A r n a u d G. et M. 1931), przy czym autorzy zamieszczają uwagę, że „pasożytnictwo tego gatunku było jednak mało badane". Cytowana tamże, praca Istvanffi (I s t v a n f f i G. 1904, 1908) odnosi się do pasożytowania tego grzyba na winorośli.

Inne dane tyczące biologii tego grzyba tyczą jego występowania w wypadku zgorzeli szyjki korzeniowej drzew owocowych spowodowanej mrozem, kiedy okolicznościowo występuje on obok innych gatunków grzybów (A r n a u d G. et. M. 1931). Znowu autor zaznacza, że „charakter pasożytniczy tego gatunku nie jest dokładnie określony".

Wiadomo, że niektóre hymenomycety pasożyty drzew, czy krzewów, po usunięciu lub śmierci żywiciela żyją roztoczowo na jego martwych szczątkach i mogą stanowić poważne niebezpieczeństwo dla innych roślin i to niekoniecznie tego samego gatunku.

Najwięcej danych tyczących tego zagadnienia spotykamy odnośnie opieńki miodowej — *Armillariella mellea* (F r i e s e x V a h l) K a r s t., która będąc pasożytem przede wszystkim korzeni drzew i krzewów, specjalnie groźnym dla szpilkowych, żyje roztoczowo na pozostałych w glebie martwych resztkach tych roślin i stanowi duże niebezpieczeństwo dla

przyszłych upraw. Może ona niszczyć korzenie drzew i krzewów owocowych a także i różnych roślin zielnych.

Wielokrotnie notowano występowanie opieńki na krzewach herbacianych, na ziemniakach, poziomkach i wśród innych upraw w tak dużym nasileniu, że powodowało ono całkowite zniszczenie wielu setek hektarów upraw. Dane powyższe dotyczą upraw na glebach po drzewach, czy krzewach gdzie występowała opieńka (Butler E. J. — Jones S. G. 1949. Wallace G. B. and Wallace M. M. 1950).

Opisane wystąpienie maślanki wiązkowej na truskawkach wykazuje, że grzyb ten nie ogranicza się do roztoczowego niszczenia korzeni, ale może także niszczyć podziemne organa zdrowych, dobrze rosnących roślin, znajdujących się w dobrych dla swego rozwoju warunkach, stanowiąc groźne niebezpieczeństwo dla ich upraw i że krąg jego żywicieli przy dalszych obserwacjach i badaniach zostanie prawdopodobnie bardzo rozszerzony.

Badanie anatomiczne zakażonego materiału wykazało intensywną działalność grzybni niszczącej błony komórkowe tkanek zakażonej rośliny.

Rośliny zakażone przez maślankę wiązkową miały wygląd chorobowy, liście ich były częściowo żółtawe lub zbrunatniałe. Rośliny te utrzymały się jeszcze przy życiu mimo opisanego, bardzo silnego zniszczenia niektórych tkanek prawdopodobnie dzięki stosunkowo małemu zniszczeniu tkanek przewodzących.

Naematoloma fasciculare podawana dotychczas jako roztocz korzeni drzew lub krzewów, i jako niepewny ich pasożyt okolicznościowy, w naszym wypadku wystąpiła jako typowy pasożyt bezwzględny podziemnego pędu rośliny uprawnej.

Warunki zewnętrzne jak klimat i gleba były w opracowanym wypadku odpowiednie dla rozwoju truskawki, gleba dosyć lekka, podglębie przepuszczalne, w miarę potrzeby rośliny były podlewane. Przebieg temperatur i opadów nie odbiegał w tym roku od normalnych, przeciętnych, poza tym niezakażone rośliny rozwijały się bardzo dobrze.

Opracowany wypadek wystąpienia pasożytniczego maślanki wiązkowej na roślinach uprawnych wskazuje, że należy liczyć się z możliwością zanieczyszczenia gleby tym grzybem na miejscach gdzie rosły drzewa. W wypadkach więc wystąpienia owocników grzyba przy drzewach, lub po ich usunięciu należy przed wprowadzeniem jakichkolwiek upraw usunąć starannie wszystkie resztki zakażonych drzew i nie ryzykować uprawy roślin specjalnie cennych lub wieloletnich.

Streszczenie.

Autorka przedstawia opracowanie materiału *Fragaria chiloensis* Ehrh. (truskawki) niszczonej przez maślankę wiązkową — *Naematoloma*

fasciculare. *Naematoloma fasciculare* była dotychczas uważana za saprofyta lub okolicznościowego pasożyta drzew i krzewów, przy czym działalność jej jako pasożyta jest mało zbadana.

Badanie anatomiczne pędów truskawek, z których wyrastały owocniki wyżej wymienionego grzyba pozwoliło dokładnie przedstawić proces niszczenia tkanek i dało podstawę do stwierdzenia, że w opisanym wypadku grzyb był bezwzględnie pasożytem zdrowych przed tym i silnie rosnących roślin. Zakażeniu uległa większa ilość osobników truskawki na glebie, która zawierała resztki korzeni drzewek owocowych usuniętych po zmarznięciu. Niektóre z usuniętych drzewek były zakażone przez maślankę wiązkową.

Z badań autorki wynika, że w wypadku zakażenia drzew przez *Naematoloma fasciculare* należy po usunięciu drzew liczyć się z możliwością zakażenia na danym terenie roślin nawet zielnych i wobec tego należy zastosować odpowiedni plon i środki zapobiegawcze tak, jak w wypadku zanieczyszczenia gleby przez *Armillaria mellea*.

SUMMARY

The paper is a report on research made concerning the destroying of the strawberry plants by *Naematoloma fasciculare* (Fries ex. Huds.) Karst.

The autor found shoots of strawberry plants to have been invaded by the mycelium of the above-mentioned fungus, and investigated the growth and the behaviour of the fungus hyphae upon the surface of the infected shoots and in their tissues.

A thick coating of white external mycelium was present on the infected shoots below the surface of the soil, and the same was found inside the bark, which was split longitudinally.

The internal strands of the mycelium ran through the cells of the cortex lengthwise, parallel to the shoot axis. Some of the strands passed through phelloid and cork cells.

The parenchymatous cells of the bark as well as the phelloid ones were crowded over with colourless hyphae of various size and shape. The mycelium penetrated the xylem, but it did not colonize it. The filaments went right through and invaded the pith cells. The lignified walls of the pith cells were very badly damaged. The mycelium was growing so that it passed through the pits, this however did not make the invading hyphae any thinner, the pits themselves become enlarged.

The growing hyphae produced enzymes, and destroyed the cell walls. The lack of starch in the store tissues may have something to do with the activity of the fungus, but on the other hand it may have been a result of the summer-time disappearance of starch.

The behaviour of the fungus in the strawberry shoots is quite parasitic, although the seedling when transplanted were healthy and grew vigorously.

The soil and climatic conditions were favourable to the growth of the plants.

The invasion of the strawberry plants by the fungus can be traced back to a previous appearance of that fungus in the neighbourhood of some of the apple trees. Since the trees had shown signs of damage by keen winter frosts they had been removed, and the vacated ground was planted with strawberries.

From the foregoing it can be clearly seen that the *Naematoloma fasciculare* can become a very aggressive parasite of plants although the conditions for their growth are very good.

CYTOWANA LITERATURA:
(LITERATURE CITED)

1. Arnaud G. et M., 1931. Traité de Pathologie végétale. I. 452, 911, 978, 979. Paryż. P. Lechevalier.
2. Butler E. J. — Jones S. G., 1949. Plant Pathology. 908. Londyn. Co XVIII. 145.
3. Fromme F. D., 1928. Studies of black root rot of apple. Phytopathology. XVIII. 145.
4. Lange J. E., 1939. Flora agaricina Danica. IV. 75. Kopenhaga. Recato S. A.
5. Mann C. E. T., 1930. Studies in the root and shoot growth of the Strawberry. Ann. Bot. XLIV. 55—86.
6. Sorauer P., 1929. Handbuch der Pflanzenkrankheiten. III. 403. Berlin. P. Parey.
7. Wallace G. B. — Wallace M. M., 1950. Tanganyika fungus list wedł. R. A. M. XXX 79.

Tetraclinis carpatica n. sp. z pliocenu Karpat Zachodnich

Tetraclinis carpatica n.sp. from the Pliocene deposits of the West Carpathian Mountains

ZOFIA MAŚLANKIEWICZOWA

Wpłynęło 15.VI.53 r.

W r. 1951 otrzymałam od Prof. Dr. Władysława Szafera do opracowania materiał kopalny należący do rodzaju *Tetraclinis,* zebrany jeszcze w r. 1937, a pochdzący z plioceńskich iłów z Krościenka n/Dunajcem (8). Równocześnie otrzymałam materiał porównawczy, pochodzący z Marokka (Ras Sidi-el Ahbed, Bocota, 100 m in rupestribus calcareis F. C. Iter Maroc.), zebrany przez Prof. Dr. J. Braun-Blanquet'a w r. 1929.

W materiale kopalnym miałam do dyspozycji odłamek gałązki z niekompletnym kwiatostanem męskim oraz dwa kwiatostany męskie w odłamkach. Materiał porównawczy przedstawiał gałązkę *Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast. z kwiatostanami męskimi.

Pyłek zarówno z materiału kopalnego jak i porównawczego został spreparowany metodą Erdtmana (4) i umieszczony w preparatach glicerynowo-żelatynowych.

1. CECHY MORFOLOGICZNE *TETRACLINIS ARTICULATA* (VAHL) MAST.

Gałązki są jasno brązowe, łamliwe, szczególnie w węzłach utworzonych przez okółki liści. W każdym okółku liście występują w dwóch parach i ułożone są na krzyż.

Liście są dwojakiego rodzaju: środkowe (facjalne) i brzeżne (marginalne), które są oddzielone od siebie wyraźną bruzdą.

Liście środkowe są równo-wąskie prawie na całej swej długości, tylko ku dołowi lekko się zwężają. Wierzchołek ich o trójkątnym kształcie jest wolny. Brzeg wierzchołka jest nierównomiernie ząbkowany. Tuż pod wierzchołkiem blaszki występuje wyraźne zgrubienie o przebiegu zgodnym z wierzchołkiem. W niewielkiej odległości od wierzchołka, pod zgrubieniem, znajduje się owalny gruczoł żywiczny

Liście brzeżne mają kształt łódkowaty. Brzeg ich ostrego wierzchołka jest równy. Na liściach tych również występują gruczoły żywiczne o kształcie soczewkowatym.

Zarówno liście środkowe jak i brzeżne w miarę posuwania się od dołu ku górze, stają się coraz mniejsze.

Kwiatostany męskie (Tab. I. ryc. 10) występują szczytowo na bocznych gałązkach. Mają one wygląd kotków prawie równej szerokości na całej swej długości, jedynie na samym szczycie nieznacznie się zwężają. Na kwiatostan męski składa się szereg łusek (mikrosporofili), które całkowicie zakrywają pylniki znajdujące się po wewnętrznej ich stronie. Zarys łusek jest trójkątny. Są one szersze niż długie, o zaokrąglonych wierzchołkach. Brzegi ich są nierównomiernie ząbkowane. Ząbki są ostre. Od zewnętrznej strony łuski kwiatowe są wypukłe. W dolnej ich części od spodu znajdują się pylniki w liczbie 4—5-ciu, prawie siedzące. Pylniki mają kształt owalny i otwierają się szeroko podłużną szparą.

Ziarna pyłku (Tab. I. ryc. 9) są pozbawione pęcherzyków powietrznych. Należą do grupy *acolpatae*, gdyż nie posiadają bruzd. Kształt ich jest rzadko regularnie kulisty, zwykle mniej więcej kulisty a najczęściej zdarzają się ziarna eliptyczne. Barwa ich jest żółtawa. Powierzchnia exiny jest gładka. Według Wodehouse'a (21) pyłki te należą do grupy *psilatae* — gładkie.

Na 100 ziarnach pyłku została pomierzona ich średnica dłuższa i krótsza. Ziarna były mierzone pod powiększeniem 240-krotnym. Średnica dłuższa wahała się w granicach 22.5—33 mikronów. Najwięcej było ziarn o średnicy 27,1 mikronów. Średnica krótsza wahała się w granicach 20—30 mikronów. Najwięcej było ziarn o średnicy 25 mikronów.

Ziarna pyłku występowały bądź pojedynczo, bądź też zlepione po kilka i kilkanaście razem.

Długość średnicy dłuższej w mikronach:

22,5	24	25,5	27	28,5	30	31,5	33	*M*
2		31	48		16		3	27

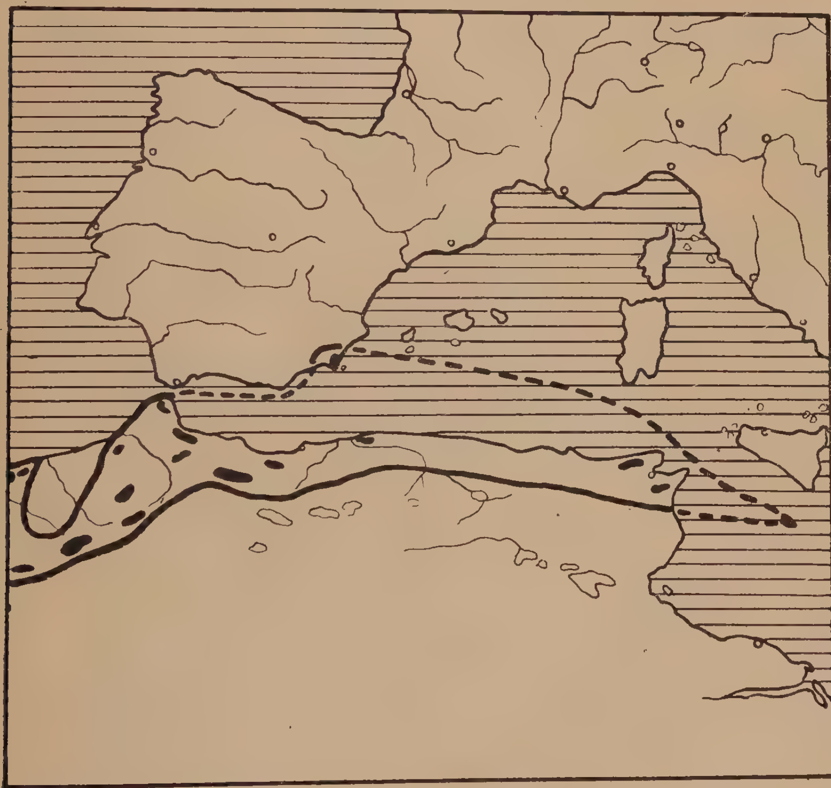
Długość średnicy krótszej w mikronach:

20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	*M*
13		26			49		11			1	25

2. ROZMIESZCZENIE GEOGRAFICZNE *TETRACLINIS ARTICULATA* (V A H L) M A S T.

[Synonimy: *Callitris articulata* (V a h l) M u r b.; *Thuja articulata* V a h l; *Callitris quadrivalvis* V e n t;]

Tetraclinis articulata jest jedynym gatunkiem rodzaju *Tetraclinis* w dzisiejszej florze półkuli północnej. Najbliżsi krewni tego gatunku w liczbie około 20-tu mają swe rozprzestrzenienie w Australii, na Tasmanii i Nowej Kaledonii. Znane są też ich stanowiska z południowej Afryki oraz z Madagaskaru i z wysp Mauritius.



Ryc. 1 Rozmieszczenie geograficzne *Tetraclinis (Callitris) articulata* (V a h l) M a s t. (R i k l i 1943).

Fig. 1. *The geographical distribution of Tetraclinis (Callitris) articulata* (V a h l) M a s t. (R i k l i 1943).

Tetraclinis articulata jest silnym krzewem lub małym drzewkiem przypominającym wyglądem tuję. Najczęściej dochodzi 5—8-miu metrów wysokości, wyjątkowo tylko do 10—12-tu metrów.

Główny obszar rozprzestrzenienia tego gatunku leży w Marokku, gdzie tworzy on laski dochodzące do wysokości 1.800 m.n.p.m. Występuje także w górach Atlasu. Stanowiska jego znane są nadto z Algieru, szczególnie z prowincji Oran. W północno-wschodnim Tunisie tworzy większe lasy. Został on również znaleziony w Europie, a mianowicie w południowo-wschodniej Hiszpanii, w prowincji Murcia, koło Cartageny oraz na niedostępnych skałach na południowych wybrzeżach Malty.

Jego dzisiejsze rozprzestrzenienie przedstawia według Riklego (15) zamieszczona mapka: (ryc. 1.).

3. OPIS SZCZĄTKÓW KOPALNYCH

Materiał kopalny obejmuje gałązkę z kwiatostanem męskim osadzonym szczytowo i uszkodzonym w górnej swej części oraz dwa odłamki kwiatostanów męskich (Tab. I ryc. 1—8).

Gałązka (Tab. I ryc. 2, 3, 8) jest spłaszczona i pognieciona. Barwa jej jest prawie czarna. Wyraźnie jest zachowany na niej liść środkowy (facjalny) z trójkątnym wierzchołkiem. Pod wierzchołkiem występuje wałeczkowate zgrubienie, zaś w niewielkiej odległości od wierzchołka zaznacza się owalny gruczoł żywiczny.

Kwiatostan męski (Tab. I. ryc. 1, 4, 5, 6) składa się z łusek zachodzących na siebie. Łuski te są trójkątne, zwężające się ku górze. Są dłuższe niż szerokie. Brzegi ich są gładkie, bez ząbków. Strona ich zewnętrzna jest wypukła, strona zaś wewnętrzna wklęsła. W dolnej części łusek, po wewnętrznej ich stronie, znajdują się pylniki.

Ziarna pyłku (Tab. I. ryc. 7) są gładkie, pozbawione bruzd. Barwa ich jest jasno-żółta. Występują pojedynczo bądź też w skupieniach. Niektóre z nich są porozrywane lub pogniecione. Wśród zmierzonych 30-tu ziarn pyłku znajdowały się ziarna kuliste i eliptyczne. Były też ziarna kształtu gruszkowatego, co zapewne jest wynikiem deformacji wywołanej pognieceniem materiału kopalnego.

W ziarnach pyłku została zmierzona średnica dłuższa i krótsza. Długość średnicy dłuższej wahała się w granicach 22—40-tu mikronów. Najwięcej było ziarn o średnicy 25 mikronów. Średnica krótsza wahała się w granicach 20—35 mikronów. Najwięcej było ziarn o średnicy 22 mikronów.

Długość średnicy dłuższej w mikronach:

22	24	26	28	30	32	34	36	38	40	*M*
1	8		4	3	2			3	1	25

Długość średnicy krótszej w mikronach:

20	22	24	26	28	30	32	34	36	*M*
8	8	6		3	1	1	3		22

4. PORÓWNANIE CECH *TETRACLINIS ARTICULATA* (VAHL) MAST. GATUNKU ŻYJĄCEGO Z KOPALNYM

Morfologia g a ł ą z k i kopalnej (Tabl. I, ryc. 8) jak zwłaszcza liścia środkowego (facjalnego) wykazuje budowę zbliżoną z dziś żyjącym gatunkiem *Tetraclinis articulata* (V a h l) M a s t. Również kształt liścia, jego trójkątny wierzchołek, wałeczkowate zgrubienie tuż pod wierzchołkiem oraz obecność owalnego gruczołu żywicznego, nie wykazują szczególnych różnic. Tylko wymiary gałązki kopalnej zdają się być większe.

K w i a t o s t a n m ę s k i rośliny kopalnej (Tab. I. ryc. 1, 4—6) podobnie jak u dzisiaj żyjącego gatunku umieszczony jest szczytowo na gałązce i wykazuje podobny układ łusek pylnikowych. Łuski te mają kształt trójkątny, są jednak bardziej wydłużone niż u gatunku dzisiaj żyjącego. Są one dłuższe niż szerokie.

Pomierzono długość i szerokość 10-ciu łusek zarówno u kwiatostanu gatunku kopalnego jak i dzisiaj żyjącego.

Długość łusek kwiatostanu dzisiejszego gatunku waha się w granicach 1,1—1,3 mm, szerokość zaś w granicach 1,3—2,0 mm.

Długość łusek kwiatostanu, gatunku kopalnego waha się w granicach 1,5—2,1 mm, szerokość zaś waha się w granicach 0,9—1,5 mm.



Ryc. 2. Łuski kwiatostanów męskich; a) — *Tetraclinis articulata* (V a h l) M a s t.; b — gatunek kopalny.

Fig. 2. *The scales from male inflorescence; a — Tetraclinis articulata* (V a h l) M a s t.; b — *fossil species.* Pow. 10 ×.

W wymiarach zatem i kształcie łusek zaznacza się wyraźna różnica między gatunkiem dzisiaj żyjącym a kopalnym. Łuski kwiatostanowe gatunku dzisiaj żyjącego są szersze niż długie, zaś łuski kwiatostanu gatunku kopalnego są dłuższe niż szerokie.

Stosunek długości do szerokości w łuskach kwiatostanów męskich u *Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast. i gatunku kopalnego.

	Ilość pomiarów	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	*M*
Tetraclinis articulata (Vahl) Mast.	10	1	2	3	3	0	1		1,22
Gatunek kopalny	10					1	3	6	1,55

Pyłek (Tab. I. ryc. 7) zarówno kształtem, gładką exiną jak i rozmiarami wykazuje podobieństwo do pyłku dzisiaj żyjącego gatunku *Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast.

Na podstawie powyższego porównania cech, dochodzimy do wniosku, że materiał kopalny z Krościenka nie przedstawia identycznego gatunku z dzisiaj żyjącym *Tetraclinis articulata.*

5. INNE DANE O KOPALNYCH SZCZĄTKACH RODZAJU *TETRACLINIS*

Tetraclinis articulata (Vahl) Mast. jest według Eichlera (1) gatunkiem należącym do sekcji *Eucallitris* (Brg.), podobnie jak kopalny *Callitrites Brongnartii* Endl. (*Thujites callitrina* Unger). Ten ostatni gatunek został opisany wraz z podaniem diagnozy przez Goepperta w r. 1850 w pracy o kopalnych Coniferae (7). Gatunki te miały w trzeciorzędzie w Europie dość znaczne rozprzestrzenienie. Wystąpienie ich notowano w pd. Francji, pn. Włoszech, Tyrolu, w Krainie, na Węgrzech i w Sośnicy na Dolnym Śląsku na północny-zachód od Wrocławia.

Ettingshausen (5) opisał gatunek *Callitris Brongnartii* Endl. z Häring w Tyrolu. Gatunek ten ma odpowiadać *Callitris quadrivalvis* Vent. Ettingshausen opisał gałązki płone i szyszki tego gatunku. Dla porównania z *Callitris quadrivalvis*, podał on również na tablicy ryciny gałązek z kwiatostanami męskimi *Callitris Brongnartii* Endl., lecz zupełnie ich nie opisał. Kwiatostany te różnią się wyglądem i kształtem łusek od kwiatostanów w materiale kopalnym z Krościenka n/Dunajcem.

P r i n c i p i (13) podał obecność *Callitris quadrivalvis* V e n t. z dolnego oligocenu basenu Marsylii. Wzmiankuje również o *Callitris Brongnartii* E n d l. s p. w rejonie Odry. Autor ten cytuje również *Callitris Brongnartii* E n d l. z mioceńskiej flory basenu Rodanu, ze Śląska, Włoch i Kroacji.

P i l g e r (12) podaje, że rodzaj *Tetraclinis* był znajdowany w miocenie Europy środkowej i znany był z Czech i Moraw. Trzeciorzędowy *Callitris Brongnartii* uważa on za najbliższy współczesnemu *Tetraclinis articulata.*

K r ä u s e l (9) zaznacza, że zarówno *Callitris quadrivalvis (Tetraclinis articulata)* jak i *Callitris Brongnartii* żyły w trzeciorzędzie Europy i znane są one także z plioceńskiej flory z Frankfurtu nad Menem.

M ä d l e r (11) przypomina, że kopalny *Callitris Brongnartii* (E n d l.) oraz inne kopalne formy rodzaju *Callitris* były już przez K i n k e l i n a porównywane z obecnie żyjącym północno-afrykańskim gatunkiem *Tetraclinis articulata* (V a h l) M a s t. Zdaniem M ä d l e r a ze względu na różnice w budowie anatomicznej zarówno epidermy jak i aparatów szparkowych, gatunków tych nie można ze sobą identyfikować.

Z a b ł o c k i (19) w pracy o trzeciorzędowej florze Wieliczki opisał znalezione tam przez siebie szczątki szyszek i gałązek, które na podstawie cech morfologicznych, „zidentyfikował" z gatunkiem *Tetraclinis articulata* (V a h l) M a s t. żyjącym obecnie w Marokku, lecz mimo to opisał je jako nowy gatunek *Tetraclinis Wandae* n.sp. Wzmiankuje on również o *Callitris Brongnartii* E n d l. jako gatunku najbliższym *Tetraclinis articulata*, przyjmuje jednak, że gatunek ten nie jest już identyczny z mioceńskim gatunkiem *Tetraclinis Wandae* n. sp. a tym samym i z *Tetraclinis articulata* (V a h l) M a s t.

Wszyscy wymienieni autorzy opisywali jedynie szyszki, gałązki i nasiona kopalnego rodzaju *Tetraclinis.* Nie było dotychczas żadnych danych, co do kwiatostanów męskich.

Na podstawie opracowania materiału kopalnego z Krościenka n/Dunajcem i porównania go z dzisiaj żyjącym *Tetraclinis articulata* (V a h l) M a s t. dochodzę do wniosku, że ten materiał kopalny przedstawia nowy gatunek *Tetraclinis carpatica* n. sp.

Tetraclinis carpatica n. sp.

Rami compressi, articulati. Flores masculini apicales, squamis oppositis margine non denticulatis, longioribus quam latis. Longitudo squamae ca. 1,5—2,1 mm. Latitudo squamae ca. 0,9—1,5 mm. Differt a Tetraclinis articulata (V a h l) M a s t. squamis margine non denticulatis longioribus quam latis, floribus masculinis et squamis pollinibus-

que paulo maioribus. Ceterum folia et remi ± ut in Tetraclinis articulata (Vahl) Mast.

Streszczając powyższe wywody należy stwierdzić, że dotychczas z trzeciorzędu Europy zostały opisane dwa gatunki rodzaju *Tetraclinis* a mianowicie: *Tetraclinis articulata* = *Callitris quadrivalvis* Vent. i *Callitris Brongnartii* Endl. Mioceński gatunek *Tetraclinis Wandae* n. sp. opisany przez Zabłockiego nie wchodzi w rachubę, ponieważ sam autor „identyfikuje go z dzisiaj żyjącym północno-afrykańskim gatunkiem *Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast."

Gatunek kopalny *Tetraclinis carpatica* n. sp. jest trzecim z kolei gatunkiem rodzaju *Tetraclinis*, który jak dotąd, został znaleziony na jednym tylko stanowisku w plioceńskich iłach w Krościenku n/Dunajcem w Karpatach zachodnich.

Wszystkie wymienione gatunki kopalne wykazują bliskie pokrewieństwo z gatunkiem *Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast. żyjącym obecnie w północnej Afryce i południowej Europie jako relikt z epoki trzeciorzędowej.

STRESZCZENIE

Dotychczas w kopalnej trzeciorzędowej florze Europy zarówno w paleogenie jak i neogenie stwierdzono obecność dwóch gatunków rodzaju *Tetraclinis* a mianowicie: *Callitris Brongnartii* Endl. oraz *Tetraclinis articulata* = *Callitris quadrivalivis* Vent.

Przez różnych autorów z różnych stanowisk zostały opisane gałązki, szyszki i nasiona tych gatunków. Nie było natomiast dotąd opisu kwiatostanów męskich.

Obecnie w plioceńskiej florze w Krościenku n/Dunajcem w Karpatach zachodnich na podstawie znalezionych szczątków w postaci gałązki z kwiatostanem męskim, została stwierdzona obecność nowego gatunku rodzaju *Tetraclinis* a mianowicie: *Tetraclinis carpatica* n. sp.

Kopalny *Tetraclinis carpatica* n. sp. (diagnoza w tekście, str. 845), różni się od dzisiejszego gatunku *Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast. łuskami kwiatostanów męskich dłuższymi niż szerokimi, gładkimi brzegami łusek i większymi wymiarami kwiatostanów męskich.

Wszystkie wymienione gatunki kopalne wykazują bliskie pokrewieństwo z gatunkiem *Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast. żyjącym obecnie w północnej Afryce i południowej Europie jako relikt z epoki trzeciorzędowej.

Instytut Botaniczny U. J. w Krakowie

SUMMARY

In the tertiary floras of Europe, both paleo- and neogenic, only two fossil species of *Tetraclinis* are known namely: *Callitris Brongnartii* Endl. and *Tetraclinis articuldta* = *Callitris quadrivalvis* Vent.

Different authors from different places have described twigs, cones and seeds of these species but the male inflorescences were not described.

The author describes a new species of *Tetraclinis* from the pliocenic flora of Krościenko on Dunajec (West Carpathian Mountains). The description is based on the twig with male inflorescence and numerous fragments of the inflorescences. This new species is named *Tetraclinis carpatica* n. sp.

The fossil *Tetraclinis carpatica* n. sp. (diagnosis in Polish text pg. 845) differs from recent *Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast. in the the following traits. The scales of male inflorescence are longer than broad, the margins of the scales are glabrous and the dimensions of the male inflorescence are bigger.

All mentioned fossil species are nearly related to *Tetraclinis articulata* (Vahl) Mast. now living in North Africa and South Europe as a relic species from the tertiary epoch.

WYKAZ LITERATURY

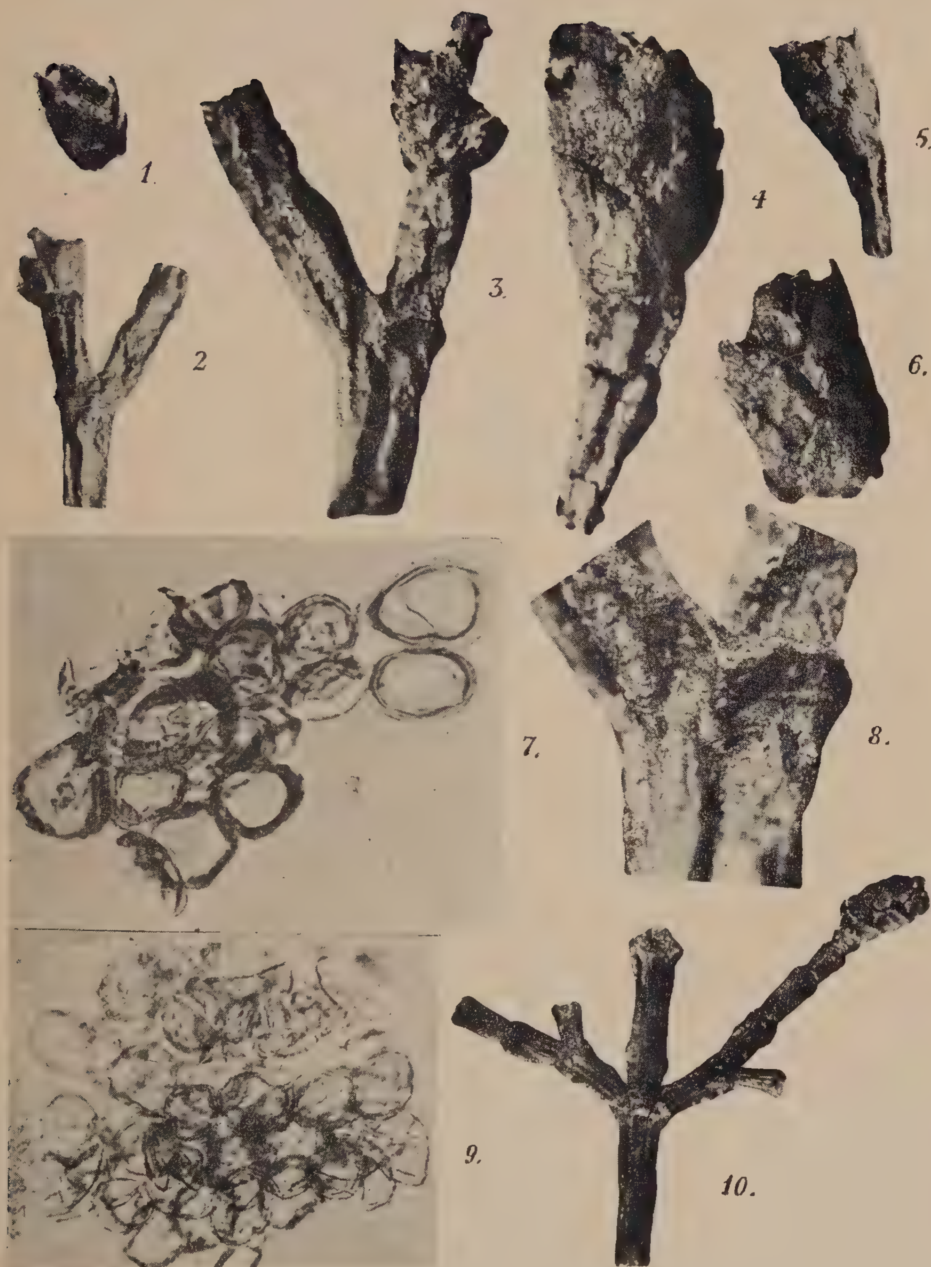
1. Eichler, A. W., 1889 Gymnospermae in Engler-Prantl: Die Natürlichen Pflanzenfamillen Bd. III. Leipzig.
2. Engelhardt H., 1885. Die Tertiärflora des Jesuitengrabens bei Kundratitz in Nordböhmen. Nova Acta d. Ksl. Leop. Carol. Deutsch. Akad. d. Naturforscher. Bd. XLVIII. Nr 3. Halle.
3. Engler-Diels, 1936. Syllabus der Pflanzenfamilien. XI. Ed. Berlin.
4. Erdtman G., 1943. An Introduction to Pollen Analysis. Waltham. Mass. U. S. A.
5. Ettingshausen C. F., Die Tertiäre Flora von Häring in Tirol herausg. von d. K. K. Geol. Reichsanstalt.
6. Florin R., 1931. Untersuchungen zur Stammgeschichte der Coniferales und Cordaitales. Bd. I. Stockholm.
7 Goeppert H. R., 1850. Monographie der Fossilen Coniferen mit Berücksichtigung der Lebenden. Leiden.
8. Klimaszewski M., 1948. O utworach plioceńskich w Krościenku n/Dunajcem. Opis geologiczny. Rozpr. Wydz. Mat. Przyr. t. 72. Dz. A. 1946 (Ser. III, T. 32) Nr 5. P.A.U. Kraków.
9. Kräusel R., 1920. Die Pflanzen des schlessischen Tertiärs. Jahrb. d. Königl. Preuss. Geol. Landesanstalt. Bd. XXXVIII. T. II. Berlin.
10. Lemmée A., 1935. Dictionnaire descriptif et synonimique des genres de plantes phanerogames. T. VI. Brest.

11. M ä d l e r K., 1939. Die pliozäne Flora v. Frankfurt am Main. Abhandl. d. Senckenberg. Naturforschender Gesellschaft. herausg. v. Prof. Richter. Abhandl. 446. Frankfurt am Main.
12. P i l g e r R., 1926. Coniferae in Engler-Prantl: Die Natürlichen Pflanzenfamilien Bd. 13. Leipzig.
13. P r i n c i p i P., 1940. La Flore del Palogene. Extracto dagli Atti della Societa di Scienza Lettere di Genova. Vol. V. Fasc. IV. Pavia.
14. P r i n c i p i P., 1942. Le Flore del Noegene. Firenze-Tipografia Mariano Ricci. XX. Publicazioni della R. Universitate dagli Studi di Firenze Facolta Agraria.
16 R i k l i M., 1943. Das Pflanzenkleid der Mittelländer. I. Bd. II. Aufl. Bern.
16 S z a f e r Wł., 1938. De la Flore pliocène des Carpathes trouvées a Krościenko sur le Dunajec. C. R. mens. Acad. Polon. Sc. et Lettres. Math. et Nat. N. 5. Cracovie.
17. S z a f e r Wł., 1946. Flora plioceńska z Krościenka n/Dunajcem I. cz. ogólna Rozpr. Wydz. Mat. Przyr. P.A.U. T. 72. Dz. B. (Ser. III, T. 32). Kraków.
18. S z a f e r W ł, 1947. Flora plioceńska z Krościenka n/Dunajcem II cz opisowa. P.A.U. Rozpr. Wydz. Mat. Przyr. T. LXXII. Dz. B. nr 2. Kraków.
19 Z a b ł o c k i J., 1928. Tertiäre Flora des Salzlagers von Wieliczka. I. T. Acta Soc. Bot. Pol. V. Nr 2. Warszawa.
20. Z a b ł o c k i J., 1930. Die fossile Flora von Wieliczka und die allgemeine Probleme der Palaeobotanik des Tertiärs. Acta Soc. Bot. Pol. Vol. VII. Nr 2. Warszawa.
21. W o d e h o u s e R. P., 1935. Pollen Grains. I. Ed. Mc. Graw-Hill Book Comp. Inc. New York and London.

PODPISY DO TABLICY I

Table I.

1 i 6. Niekompletny kwiatostan męski gatunku kopalnego.
1. and 6. Incomplte male inflorescence of fossil species.
2 i 3. Gałązka gatunku kopalnego z częścią kwiatostanu męskiego.
2 and 3. Twig from fossil species with a part of the male inflorescence.
4 i 5. Niekompletny kwiatostan męski gatunku kopalnego.
4 and 5. Incomplete male inflorescence of fossil species.
7. Pyłek gatunku kopalnego (pow. ca 514 ×).
7. Pollen from fossil species (magn. ca 514 ×).
8. Gałązka gatunku kopalnego z wyraźnym listkiem środkowym. Pod wierzchołkiem liścia widoczny gruczoł żywiczny.
8. Twig from fossil species with conspicuous facial leaf. On the leaf subterminal resiniferous gland is visible.
9. Pyłek *Tetraclinis articulata* (V a h l) M a s t. (pow. ca 283 ×).
9. *Pollen of Tetraclinis articulata* (V a h l) M a s t (magn. ca 283 ×).
10. Gałązka z kwiatostanem męskim *Tetraclinis articulata* (V a h l) M a s t.
10 *Twig with male inflorescence from Tetraclinis articulata* (V a h l) M a s t



Tablica I — Table I

Zawartość kwasu askrobinowego (wit. C) w niektórych odmianach jabłek z woj. Białostockiego

The ascorbic acid content in some apple varietes from the province of Białystok

JANINA WEINBERG

Wpłynęło 10.VI.3 r.

Jabłka do analizy otrzymano od hodowców Surynowicza J., Okruszkowej A. i Sawickiego F. z okolic Białegostoku.

Odmiany Grochówkę, Szarą renetę i Kosztele nabyto na rynku. Jabłka otrzymane od hodowców były przechowywane w specjalnie do tego celu urządzonych piwnicach. Piwnice były ogrzewane, tak że temperatura w nich utrzymywała się około +3°C oraz dokładnie wietrzone. Jabłka były zdrowe, nie miały żadnych uszkodzeń.

W wyniku zapoznania się z różnymi metodami zdecydowano zastosować metodę radziecką pozwalającą na oznaczenie wit. C pod obiema jej postaciami (kwasu askrobinowego i dehydroaskrobinowego).

Dla ułatwienia wprowadzono małe zmiany na podstawie metod stosujących do ekstrakcji kwasy metafosforowy i szczawiowy, wyrażone w przygotowaniu barwnika i ustaleniu jego miana.

Przygotowanie odczynników i samo oznaczenie wykonywano na wodzie redestylowanej.

Metoda radziecka stosuje do ekstrakcji 5% kwas octowy, zaś do strącania substancji redukujących 5% octan ołowiu, przyrządzony na 5% kwasie octowym.

Wykonano orientacyjny pomiar przed strąceniem substancji redukujących w celu oznaczenia przybliżonej zawartości wolnego kwasu askrobinowego, oraz oznaczenie właściwe, mianowicie po redukcji, przez co uzyskiwano całkowitą ilość witaminy C w postaci wolnego kwasu askrobinowego i dehydroaskrobinowego.

Wyniki analiz wykonanych w okresie od 11.III — 8.IV.52 r.

O d m i a n a	Zawartość przed redukcją w mg % kwasu askorbinowego	Zawartość po redukcji w mg % kwasu askorbinowego
1. Antonówka	13,96	17,15
2. Beforest	7,91	11,64
3. Piękna z Boskop	12,27	20,75
4. Glogierówka	3,25	6,03
5. Landsberska	2,71	7,68
6. Linda	5,05	7,38
7. Kosztele	3,54	3,54
8. Malinowa	9,07	10,89
9. Grochówka	5,49	10.98
10. Szara reneta	0,89	4,43
11. Ontario	0,78	5,45
12. Aport	1,28	5,11
13. Starking	1,74	3,92
14. Boiken	3,44	6,05
15. Żelaźniak	0,82	10,7

Powyżej podane wyniki otrzymane przed i po redukcji wskazują jaka część kwasu askrobinowego jest w postaci niezwiązanej i jaka jest całkowita zawartość witaminy C.

Oznaczenie po redukcji obrazuje nam ilość kwasu askrobinowego i dehydroaskrobinowego.

Różnice w oznaczeniach przed i po redukcji są dość znaczne i wskazują na konieczność oznaczania kwasu dehydroaskrobinowego, ponieważ kwas askrobinowy może przechodzić odwracalnie w kwas dehydroaskrobinowy (w marcu i na początku kwietnia znaczna część kwasu askrobinowego przechodzi w formę utlenioną). Tylko w wypadku koszteli (7) otrzymano jednakowe wyniki przed i po redukcji.

STRESZCZENIE

W wyniku analiz stwierdzono dużą rozpiętość zawartości witaminy C, od 0,78 do 20,75 mg%.

Do najbogatszych w witaminę C, mogących służyć jako jej źródło w woj. Białostockim należą: Piękna z Boskop, Antonówka, Beforest, Grochówka.

Należy zwrócić uwagę, że ilość witaminy C w podanych odmianach była dość duża, mimo późnej pory (normalnie jabłka przy przechowywaniu w temp. 7,2° po 3 miesiącach tracą 17%, po 6 — 25% witaminy C.

Zawartość witaminy C zależy od czasu, sposobu przechowywania owoców, nasłonecznienia podczas lata, czasu i sposobu zrywania.

Zaznaczyć należy, że odmiany: Antonówka i Grochówka są mrozoodporne, i są zalecane do stosowania na terenach województwa Białostockiego.

SUMMARY

This paper gives vitamine C content both in reduced and unreduced forms in 15 apple-varieties grown in the province of Białystok. The content of the vitamine C in different varieties ranges from 0,78 to 20,25 mg%. There are great differences in the amount of the vitamine C before and after reduction.

Z Zakładu Biologii Akademii Medycznej w Białymstoku
Kierownik prof. dr W. Sławiński

Poziomy witaminy C w odmianach ziemniaków i jarzynach województwa Białostockiego

The vitamnie C content of some patoato-varieties and in legumes grown in the province of Białystok

WANDA ORACZEWSKA

(Wpłynęło 10.VI.1953)

Witaminę C oznacza się w postaci kwasu 1-askorbinowego lub łącznie z kwasem dehydroaskorbinowym. Metody oznaczania witaminy C dzielimy na:

1. biologiczne
2. biochemiczne
3. fizyczne
4. chemiczne.

1) Metody biologiczne polegają na porównywaniu działania przeciwszkorbutowego badanej substancji z działaniem czystego kwasu 1-askorbinowego.

2) Metody biochemiczne wyzyskują działanie pewnych oksydaz na kwas askorbinowy.

3) Metoda spektograficznego oznaczania witaminy C opiera się na jej charakterystycznym widmie w ultrafiolecie.

4) Metody chemiczne opierają się na własnościach redukcyjnych kwas askorbinowy.

Oznaczenie kwasu askorbinowego metodą chemiczną opracował Tillmans. Miareczkował badany roztwór w środowisku obojętnym roztworem 2,6-dwuchlorofenoloindofenolu w rezultacie czego kwas askorbinowy utleniał się na dehydroaskorbinowy, redukując barwnik do bezbarwnego leukozwiązku. Obecnie stosowane metody jak n.p. Prokoszewa są modyfikacjami metody Tillmansa.

Przy oznaczeniu kwasu askorbinowego posługiwano się metodą opracowaną przez S. M. Prokoszewa dla kortofli. W metodzie tej

nie natrafiono na żadne trudności. Otrzymywane wyniki dla probówek powtarzanych były zgodne.

Kartofle do analizy otrzymano z Instytutu Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa Stacji Doświadczalnej w Szepietowie woj. Białostockie oraz od okolicznych gospodarzy, sałatę, rzodkiewkę i szczypior z Liceum Mechaniki Rolnej w Białymstoku. Chrzan dziki — jedną próbę kupiono u gospodarza wiejskiego z okolic Białegostoku, drugą próbę chrzanu, cebulę i jedną próbę kapusty kwaszonej kupiono w sklepie spółdzielczym, drugą próbę kapusty kwaszonej sposobem domowym otrzymano od pracowniczki Akademii Medycznej w Białymstoku.

Ponieważ kwas askorbinowy może przechodzić odwracalnie w kwas dehydroaskorbinowy, dlatego też przy oznaczeniach należy uwzględniać oba te kwasy.

Jak widać z zestawienia wyników różnice w poziomach kwasu askorbinowego przed i po redukcji dla jarzyn przechowywanych przez czas dłuższy są bardzo znaczne. Dla ziemniaków wynoszą średnio 50%. W wypadku odmiany „Duma" różnice wynoszą aż 125%. Najmniejszą różnicę wykazują „Amerykany" — 30%. W kapuście kwaszonej zawartość kwasu dehydroaskorbinowego wynosi: dla próby sporządzonej sposobem domowym — 14%, kupionej w sklepie spółdzielczym — 21%. W chrzanie różnice są znacznie mniejsze, wynoszą 4% w próbie wziętej od gospodarstwa wiejskiego i 10% w kupionym w spółdzielni. Jedynie cebula — przechowywana przez okres zimowy nie wykazała różnicy w zawartości kwasu askorbinowego oznaczonego przed i po redukcji.

Jarzyny świeże: sałata, rzodkiewka i szczypiorek nie zawierały kwasu dehydroaskorbinowego.

Dla 10-ciu różnych odmian ziemniaków (z wziętych do oznaczeń), uprawianych i przechowywanych w jednakowych warunkach, zawartość kwasu askorbinowego waha się w granicach od 7.40 do 16.66 mg % przed redukcją i od 11,53 do 21,39 mg % po redukcji.

Najmniejszą zawartość kwasu askorbinowego wykazują odmiany: „Deser" — 7,69, „Duma" — 7.40, „Dar" — 8.78 mg% kwasu askorbinowego.

Największą zawartość kwasu askorbinowego wykazują odmiany: „Helios" — 16,66, „Delfin" — 12,96, „Wyszoborskie" — 12,96 mg %.

Dla dwóch odmian cebuli (z wziętych do oznaczeń) różnica zawartości kwasu askorbinowego wynosi: 0,95 mg% t. zn. 16% (odmiana „Żytawska" — 5,55, odmiana „Wolska" — 6,48%).

Z powyższego wynika jak wielki wpływ na poziom witaminy C posiada odmiana.

Zestawienie wyników

Zawartość witaminy C w jarzynach oznaczona w okresie od 11.III.—8.IV.1952 r.

L. p.	Nazwa jarzyny badanej	Pochodzenie jarzyny	Zawartość przed redukcją w mg % kwasu askorbinowego	Zawartość po redukcji w mg % kwasu askorbinowego
1	Kartofle odmiana „Poświeckie"	Instytut Uprawy, Nawożenia i Gleboznawstwa	8,65	13,46
2	„ „ „Deser"	„ „ „ „	7,69	11,53
3	„ „ „Palma"	„ „ „ „	11,11	16,66
4	„ „ „Don"	„ „ „ „	11,57	18,51
5	„ „ „Wyszoborskie"	„ „ „ „	12,96	20,37
6	„ „ „Duma"	„ „ „ „	7,40	16,66
7	„ „ „Delfin"	„ „ „ „	12.96	21,29
8	„ „ „Demon"	„ „ „ „	9,26	14,81
9	„ „ „Helios"	„ „ „ „	16,66	21,39
10	„ „ „Dar"	„ „ „ „	8,78	13,89
11	„ „ „Helios"	od gospodarza wiejskiego	14,48	20,22
12	„ „ „Dar"	„ „ „	8,00	11,40
13	„ „ „Amerykany"	„ „ „	9,75	12,68
14	Chrzan dziki	„ „ „	80,40	84,12
15	„ „	Kupiony w sklepie spółdziel	57,78	64,72
16	Cebula żytawska	„ „ „ „	5,55	5,55
17	„ wolska	„ „ „ „	6,48	6,48
18	Kapusta kwaszona	„ „ „ „	12,52	14,16
19	„ „	domowa	19,44	22,11
20	Sałata Böttnera wysiana 15. I. 52 badana 26. II. 52	Liceum Mechaniki Rolnej	10,48	10,48
21	Rzodkiewka wysiana 25. II. 52 badana 26. II. 52	„ „ „	19,42	19,42
22	Szczypiorek z cebulki odmiany „kartoflanka"	„ „ „	20,37	20,37

Wyniki analiz zawartości kwasu askorbinowego w tej samej odmianie ziemniaków lecz uprawianej i przechowywanej w różny sposób, wykazują duże różnice.

Pospolicie uprawianymi odmianami kartofli w okolicach Białegostoku są „Helios“ i „Dar“.

Zawartość kwasu askorbinowego w kartoflach odmiany „Helios“ przechowywanych przez okres zimowy w piwnicy u gospodarza wiejskiego wynosiła 14,48 mg % przed redukcją i 20,22 mg % po redukcji. Ta sama odmiana ziemniaków otrzymanych z Instytutu Uprawy Nawożenia i Gleboznawstwa, a dostarczonych bezpośrednio z kopców zawierała 16,66 mg % przed redukcją i 21.39 mg % kwasu askrobinowego po redukcji. W odmianie „Dar“ przechowywanej w piwnicy wiejskiej zawartość kwasu askorbinowego przed redukcją wynosiła 8,00 mg % po redukcji 11,40 mg%, a wziętych z kopca 8,78 mg% przed i 13,89 mg% po redukcji.

Różnica zawartości kwasu askorbinowego w zależności od sposobu przechowywania jeszcze bardziej zaznacza się w próbach chrzanu. Chrzan trzymany w piwnicy zawierał kwasu askorbinowego 80,40 mg% przed i 84,12 mg% po redukcji, natomiast wzięty ze sklepu spółdzielczego przez dłuższy czas leżący w ogrzewanym pomieszczeniu zawierał tylko 57,78 mg% przed redukcją i 64,72 mg% po redukcji.

Znaczna ilość spożywanych ziemniaków przez ludność wiejską Białostoczyzny wyjaśnia rzadkie występowanie u ludności tej schorzeń na tle niedoboru witaminy C.

SUMMARY

This paper gives vitamine C contents of 13 patato varieties and of some spring legumes that are cultivated in the province of Białystok. The contents of the reduced and unreduced forms of the ascorbic acid show great differences. The author stresses the great influence of the mode of storage on the vitamine content of the potatoes and legumes.

Z Zakładu Biologii Akademii Medycznej w Białymstoku
Kierownik Prof. Dr Witold Sławiński

UWAGI DLA AUTORÓW

Redakcja przyjmuje tylko pierwsze maszynopisy (a nie kopie). Objętość nadesłanych maszynopisów nie powinna w zasadzie przekraczać 1 arkusza druku; umieszczanie większych prac wymaga poprzedniego omówienia z redaktorem. Materiał ilustracyjny w postaci rysunków w tekście lub tablic umieszczonych poza tekstem należy ograniczać do niezbędnego minimum. Rysunki muszą być dokładnie oznaczone, lecz nie numerowane na samej ilustracji. Poszczególne rysunki w tablicach winny być oznaczane raczej literami niż cyframi. Podpisy do rysunków i tablic winny być napisane na maszynie oddzielnie a nie z rysunkami, gdyż gdzie indziej robione są klisze, a gdzie indziej składane są objaśnienia do nich. Materiał tabelaryczny nie może zajmować więcej niż 1/4 całego tekstu.

Prace przyjmowane są w języku polskim, angielskim, niemieckim, francuskim i rosyjskim z tym, iż prace w języku polskim muszą posiadać tytuł obcojęzyczny oraz streszczenie i ewentualnie objaśnienia rysunków w tym samym języku. W każdym maszynopisie winno być umieszczone na końcu streszczenie ważniejszych wyników pracy. Wszystkie cytaty z literatury w tekście winny zawierać nazwisko autora oraz pierwsze litery imion wraz z datą publikacji. Spis literatury cytowanej w tekście winien być umieszczony na końcu pracy pt. „Cytowana literatura", w którym umieszczeni są autorowie alfabetycznie, a prace danego autora chronologicznie. Po nazwisku i pierwszych literach imion autora winna znajdować się data publikacji, następnie tytuł (który może być opuszczony) dalej skrót nazwy czasopisma według reguł przyjętych w „World list of scientific periodicals" Oxford University Press 1925, następnie należy podać numer tomu tłustym drukiem i pierwszą i ostatnią liczbę stronic, oznaczoną literami arabskimi. W wypadku wydawnictwa książkowego, a nie periodycznego, należy podać liczbę stronic, miejsce i datę publikacji oraz nazwisko wydawcy. Np.:

B r i d g e s C. B., 1938. A revised map of the salivary gland X chromosome. Journ. Hered. 29: 11—13.

H o b g e n L., 1933. Nature and Nurture. 144 pp. New York W. W. Norton and Co Inc.

Odnośniki w tekście powinny być w miarę możliwości unikane (zwykle mogą być umieszczane w tekście w nawiasach w miejscu do którego się odnoszą). O ile są konieczne, powinny być oznaczone gwiazdkami krzyżykami itp., aby nie myliły się z cyframi w tablicach.

Korekty w ilości dwóch będą wysyłane autorom; w tym celu należy wraz z maszynopisem podać dokładny adres i podawać następnie ewentualne zmiany adresu. Korekty muszą być zwracane szybko bez większych zmian w tekście. Acta Soc. Bot. Pol. dają autorom 100 bezpłatnych odbitek bez okładek, koszt dalszych odbitek i okładek ponoszą autorowie według rzeczywistych kosztów. Ilość żądanych odbitek wraz z podaniem czy mają być z okładkami należy podać przy drugiej korekcie. Rękopisy należy przesyłać do redaktorów: prof. K. Bassalika (Warszawa, Krakowskie Przedmieście 26/28) lub doc. W. Gajewskiego (Warszawa, al. Ujazdowskie 4), wszelką zaś korespondencję w sprawach wydawniczych do Redakcji (Warszawa, al. Ujazdowskie 4).

Adres Redakcji: Warszawa: Al. Ujazdowskie 4.
Adresse de la Rédaction: Varsovie (Pologne): Al. Ujazdowskie 4.

Nakład 1400 egz. + 100 nadb. Papier dziełowy ilustracyjny kl. V g 70 format B_1.
Obj. 13 ark. Zam. 85 z dn. 19.V.53. druk ukończ. 15.IX.53 4-B-18953

Warszawska Drukarnia Naukowa, Warszawa, ul. Śniadeckich 8.